PC Games SONDERHEFT

Hardware

142 Produkte ausführlich getestet

Das große Testjahrbuch 2019

Die beste PC-Hardware

Plus
Einkaufsführer mit über 330 Produkten!

Kaufberatung & Bestenlisten:

- Grafikkarten
- Prozessoren
- Solid State Drives (SSDs)
- Kühler
- Mainboards
- Speicher
- Headsets
- Netzteile
- Tastaturen und Mäuse
- Monitore
- Gehäuse

€ 6,99
Ausgabe 01/2019
Österreich € 8,00 | Schweiz sfr 13,- |
Holland/Belgien/Luxemburg € 8,30

4 195756 806993 01

ZOTAC GAMING

5 WARRANTY YEAR*

NVIDIA GEFORCE RTX

ZOTAC GAMING GeForce® RTX™ Grafikkarten bieten das ultimative PC-Spielerlebnis. Mit der neuen NVIDIA Turing™ GPU-Architektur und der revolutionären RTX-Plattform verbinden die neuen ZOTAC GAMING RTX-Karten Ray-Tracing in Echtzeit, künstliche Intelligenz und programmierbares Shading – für ein völlig neues Gaming-Erlebnis.

GET FAST. GAME STRONG.

GEFORCE® RTX™ 20 SERIE

ZOTAC GAMING GeForce®
RTX™ 20 SERIE

/ZOTAC /ZOTAC /ZOTAC /ZOTACOFFICIAL /ZOTAC_OFFICIAL

©2019 ZOTAC Technology Ltd. All rights reserved. All company and/or product names may be trade names, trademarks and/or registered trademarks of the respective owners with which they are associated. ZOTAC Technology Ltd. does not warrant the accuracy, completeness or reliability of information, materials and other items contained on this print, image, website, or server. No liability is assumed with respect to the use of the information contained herein.

*Registrierung erforderlich. Mehr unter
ZOTAC.COM

Editorial

Kaufberatung und Bestenlisten 2019: In diesem Sonderheft erfahren Sie alles, was Sie zum PC-Komponentenkauf wissen müssen.

Geben Sie es auf. Sie können nicht über alles Bescheid wissen, was für einen Gaming-PC wichtig ist, der auf Ihre Bedürfnisse und/oder Ihr Budget zugeschnitten ist. Das ist aber nicht weiter schlimm, denn dafür gibt es PC Games Hardware. Wenn Ihnen die Unwissenheit nichts ausmacht, kein Problem – greifen Sie lieber zur Spielekonsole. Das meine ich nicht mal polemisch: Denn dafür sind die Plug-and-Play-Maschinen ja gemacht und bieten ähnlichen Spielspaß wie deutlich teurere Komplett-PCs, ohne dass man sich einen Kopf über die Technik machen muss.

Aber vielleicht wollen Sie sich ja gerade über die Technik einen Kopf machen. Das unterscheidet uns PC-Nerds von den Konsolen-Spielern. Ohne auf den Kleinkrieg zwischen beiden Lagern einzugehen, kann es unterschiedliche Gründe haben, am PC statt an der Konsole zu spielen. Etwa wenn Sie die bestmögliche Grafik oder Bildrate genießen möchten oder ohnehin einen leistungsfähigen Rechner zum Arbeiten oder für andere Hobbys wie Video- oder Bildbearbeitung brauchen.

Zum Glück gibt es mit der PCGH ein monatliches Heft, in dem stets aktuelle Gaming-Hardware getestet wird. Vielleicht möchten Sie aber gerade die Komponente aufrüsten, die schon länger nicht mehr in einem Vergleichstest drankam. Oder aber Sie möchten sich einen komplett neuen Rechner mit allen aktuellen Komponenten zusammenstellen. Wenn Sie zum glücklichen Kreis der Abonnenten gehören, können Sie einfach ältere Ausgaben wälzen. Nun ist diese Archiv-Recherche aber mitunter mühsam, zeitaufwendig und fördert nicht immer aktuelle Daten zutage.

Genau für dieses Dilemma ist dieses Testjahrbuch gedacht. Hier finden Sie das geballte Wissen aus allen aktuellen Vergleichstests zu jeder Hardware-Komponente. Selbst wenn Sie nur teilweise auf- oder umrüsten, ist das Testjahrbuch Ihr Nachschlagewerk für aktuelle Produkttests.

Das PCGH-Team wünscht viel Spaß beim Shoppen, Schrauben & Spielen!

Manuel Christa
PC Games Hardware

Das IT-Magazin für Gamer!

PC Games Hardware: Immer aktuell mit Kaufberatung, Hintergrundartikeln und Praxistipps

Erhältlich an jedem Kiosk oder Heft bequem online bestellen unter: www.pcgh.de/shop

COMPUTEC
MARQUARD MEDIA GROUP

Ein Unternehmen der Marquard Media Group AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media GmbH
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
leserpost@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

Geschäftsführer Hans Ippisch, Rainer Rosenbusch, Christian Müller

Brand / Editorial Director (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitende Redakteure Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al)
Redaktion Alexandros Bikoulis (ab), Manuel Christa (mc), Daniel Hoffmann (dh), Philipp Reuther (pr), Frank Stöwer (fs), Willi Tiefel (wt), Torsten Vogel (tv), Stephan Wilke (sw), Mark Mantel (mm)
Lektorat Claudia Brose (Ltg.), Birgit Bauer, Sonja Falk
Layout Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Layoutkoordination Albert Kraus
Titelgestaltung Frank Pfründer
Fotografie Heft tb, ab, al, mc, mm, pr, fs, wt, rv, tv, dw, sw, fp, hs
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
DVD-Produktion Thomas Dziewiszek

Vertrieb, Abonnement Werner Spachmüller (Ltg.)
Marketing Jeanette Haag (Ltg.), Simon Schmid
Produktion Martin Closmann

www.pcgameshardware.de

Brand / Editorial Director Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link (Ltg.), Mark Mantel, Manuel Christa, Alexandros Bikoulis, Philipp Reuther, Frank Stöwer, Willi Tiefel, Torsten Vogel, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Digital Director Simon Fistrich
Entwicklung Markus Wollny (Ltg.), René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert, Christian Zamora, David Turkadze, Ali Adlah
Webdesign Tony von Biedenfeld, Daniel Popa
SEO/Produktmanagement Stefan Wölfel, Jennifer Brechtelsbauer

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Sales Director
Jens-Ole Quiel: Tel.: +49 911 2872-253; jens-ole.quiel@computec.de

Anzeigenberatung Print / Digital
Judith Gratias-Klamt: Tel.: +49 911 2872-252; judith.gratias-klamt@computec.de
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Verantwortlich für den Anzeigenteil
Annett Heinze, Adresse siehe Verlagsanschrift

E-Commerce & Affiliate Daniel Waadt (Head of E-Commerce & Affiliate), Veronika Maucher
Creation & Services Wolfgang Fischer (Head of Creation & Services), Jan Weingarten
Corporate Sales & Publishing Dirk Gooding (Head of Corporate Sales & Publishing), Uwe Hönig

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Kehrwieder 8-9, 20457 Hamburg
Tel.: +49 40 – 468 567-100
www.stroeer.de, kontakt@stroeer.de

Anzeigendisposition Franziska Behme, Annett Heinze, anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 32 (01/2019)

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistender Unternehmer.

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland
Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 48,00 (€ 56,00 Österreich, € 60,00 Ausland), DVD € 62,- (€ 70,00 Österreich, € 74,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098 , Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH, Am Sandtorkai 74, 20457 Hamburg, Internet: www.dpv.de
Druck: Walstead Central Europe, Poland, ul. Obr. Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

MARQUARD MEDIA GROUP

Deutschland:
4PLAYERS, AREAMOBILE, BUFFED, GAMESWORLD, GAMEZONE, GOLEM, LINUX-COMMUNITY, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, MAKING GAMES, N-ZONE, GAMES AKTUELL, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 4, RASPBERRY PI GEEK, SFT, VIDEOGAMESZONE, WIDESCREEN

Marquard Media Polska:
CKM, COSMOPOLITAN, ESQUIRE, HARPER'S BAZAAR, JOY, KOZACZEK, PAPILOT, PLAYBOY, ZEBERKA

Marquard Media Hungary:
APA, ÉVA, GYEREKLÉLEK, INSTYLE, JOY, MEN'S HEALTH, PLAYBOY, RUNNER'S WORLD, SHAPE

ab S. 12

Grafikkarten: 39 aktuelle Modelle ausführlich getestet

Die Grafikkarte ist das Herz eines jeden Spielerechners. Ein Gaming-System befindet sich während des Spielebetriebs in der Regel am Grafiklimit. Deshalb gehört die Grafikkarte zu jenen Komponenten, deren Austausch den größten Effekt auf die Bildrate hat. Auf satten 15 Seiten machen wir Ihnen 39 Vorschläge zu guten Grafikbeschleunigern.

ab S. 06

Prozessoren: AMD oder Intel?

Wir beantworten diese wichtige Frage und testen alle wichtigen aktuellen Prozessoren in verschiedenen Preisklassen – plus entsprechende Mainboards (S. 28).

ab S. 70

Monitore: Die Pixelfenster

Was nützt der leistungsfähigste Rechner, wenn die Pixelpracht nicht entsprechend schön wiedergegeben wird? Wir präsentieren Gaming-Monitore für jedes Budget.

Heftinhalt

Service

Editorial & Impressum 03
Inhaltsverzeichnis 04
Bestenlisten aller Produkte 76

Produkttests und Kaufberatung

Prozessoren 06
Grafikkarten 12
Hauptplatinen 28
Arbeitsspeicher 36
Kühler 42
SSDs 48
Netzteile 52
Gehäuse 58
Headsets 66
Mäuse & Tastaturen 68
Monitore 70

Pure Power.
Pure Gold.

PURE POWER 11

Pure Power 11 setzt auf Gold: Mit 80 PLUS® Gold-Effizienz erreicht es den Höchstwert in seiner Klasse. Fünf Jahre Herstellergarantie untermauern den hohen Qualitätsstandard, mit bis zu 700 Watt Leistung und dem optionalen Kabelmanagement ist es ein Netzteil für jedermann.

Werte Dein System mit unserem goldenen Bestseller auf und verlasse Dich auf die bestmögliche Kombination von Ausstattung, Leistung und Qualität zu einem äußerst attraktiven Preis.

- 80 PLUS Gold Effizienz (von bis zu 92%)
- Zwei starke 12V-Leitungen
- Geräuschoptimierter 120mm be quiet! Lüfter
- Bis zu vier PCI-Express-Stecker für leistungsfähige Multi-GPU-Konfigurationen
- Umfassender Schutz der wertvollen PC-Komponenten

Für mehr Informationen besuchen Sie **bequiet.com**

Erhältlich bei: alternate.de · arlt.de · bora-computer.de · caseking.de · computeruniverse.net
conrad.de · hiq24.de · e-tec.at · galaxus.ch · mindfactory.de · notebooksbilliger.de · reichelt.de

be quiet!®

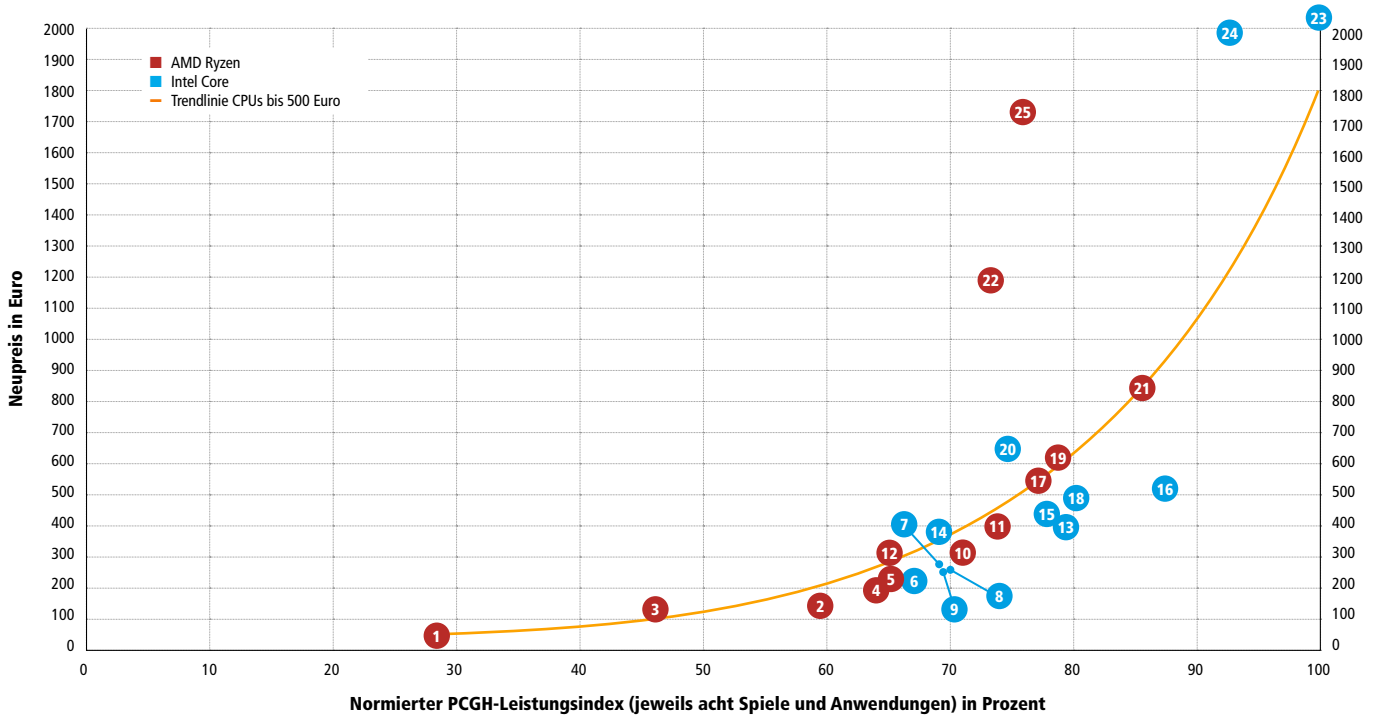
Prozessoren für jedes Budget

Durch die steigende Kernzahl im Heimbereich und den Preiskampf Intel gegen AMD sind CPUs wieder im Fokus der Aufmerksamkeit. Grund genug, um die Grundlagen zu beleuchten und Tipps zu geben.

Auf dem Prozessor laufen die grundlegenden Berechnungen, welche die Grafikkarte erst mit Daten versorgen. Ist er zu langsam, kann die Grafikkarte daher noch so flott sein, Sie werden nie aus dem Fps-Tal herauskommen. Positiv betrachtet können Sie die Auflösung und grafiklastige Optionen wie Ambient Occlusion oder Schatteneinstellung ohne merkliche Fps-Einbußen erhöhen. Realistisch betrachtet wird jedoch Ihre teure Grafikkarte von einer zu langsamen CPU gebremst. In besonders anspruchsvollen Szenen oder während des Nachladens von Leveldaten ist die Performance mit einem flotten Prozessor oft spürbar besser. Das zeigen die für ein flüssiges Spielgefühl wichtigen P99-Perzentile, welche die altbekannten Minimum-Fps abgelöst haben. Dieser Zustand wird auch als CPU-Limit bezeichnet und wird umso schlimmer, je weiter sich die Leistungsschere zwischen Prozessor und Grafikkarte öffnet. Genau aus diesem Grund testen wir die CPU-Leistung in der vergleichsweise niedrigen Auflösung von 1.280 × 720 Pixeln in Kombination mit einer flotten, übertakteten EVGA Geforce GTX 1080 Ti. Denn die Prozessorleistung soll nicht vom 3D-Beschleuniger gebremst werden. In Full-HD oder einer höheren Auflösung entstandene Werte wären spätestens mit Erscheinen einer neuen Grafikkartengeneration überholt und damit quasi unbrauchbar.

Bei Anwendungen sehen die Kriterien anders aus, da die Grafikkarte hier meist nicht groß ins Geschehen eingreift und viele moderne Programme von zusätzlichen CPU-Kernen profitieren. Spiele dagegen skalieren nur bis zu einer gewissen Kernzahl (meist bis sechs Kerne) und noch besser mit dem Takt. Zudem sind viele Anwendungen nicht auf Echtzeit-Performance angewiesen, sondern die CPU-Leistung bestimmt vielmehr die anfallende Wartezeit. Während diese bei geschäftlicher Nutzung natürlich gleichbedeutend mit barer Münze ist und sich die Anschaffung einer sehr teuren CPU lohnen kann, ist das im privaten Bereich eher selten der Fall. Hier ist und bleibt die Anwendungsleistung von Prozessoren eher eine Frage der persönlichen Geduld. Hinzu kommt, dass in Spielen nicht allzu viele Stellschrauben vorhanden sind, mit denen Sie eine schwache CPU ausgleichen können. In manchen Titeln ist es einzig die Sichtweite in der Spielwelt, welche nennenswerte Auswirkungen auf die CPU hat. Diese beeinflusst aber auch noch die Orientierung im Level oder bringt gar handfeste Nachteile, etwa wenn Gegner spä-

Preis-Leistungs-Verhältnis: AMD- und Intel-Prozessoren bis 375 Euro in der Übersicht



	Prozessor	Gesamt-Index Preis/Leist.	Spiele-Index Preis/Leist.	Leistungs-index	Circa-Preis in Euro
1	AMD Athlon 200GE	100,0%	100,0%	28,2%	50 €
2	AMD Ryzen 5 2600	75,2%	61,2%	59,5%	155 €
3	AMD Ryzen 5 2400G	67,0%	59,2%	46,2%	130 €
4	AMD Ryzen 5 2600X	64,4%	52,5%	64,2%	195 €
5	AMD Ryzen 7 1800X	59,2%	44,1%	65,3%	225 €
6	Intel Core i5 8500	55,7%	51,3%	67,9%	225 €
7	Intel Core i5 8600K	49,8%	45,6%	69,9%	260 €
8	Intel Core i5 9600K	49,5%	45,1%	69,4%	260 €
9	Intel Core i5 8600	47,6%	43,4%	69,2%	270 €

	Prozessor	Gesamt-Index Preis/Leist.	Spiele-Index Preis/Leist.	Leistungs-index	Circa-Preis in Euro
10	AMD Ryzen 7 2700X	46,1%	34,3%	71,2%	315 €
11	AMD Ryzen TR 1920X	42,5%	25,2%	74,0%	390 €
12	AMD Ryzen 7 2700	42,3%	32,7%	65,4%	310 €
13	Intel Core i7 8700K	38,3%	32,3%	79,5%	400 €
14	Intel Core i7 7700K	33,4%	31,2%	69,1%	380 €
15	Intel Core i7 9700K	33,2%	29,6%	77,9%	440 €
16	Intel Core i9 9900K	33,0%	26,9%	87,6%	520 €
17	AMD Ryzen TR 1950X	32,1%	17,2%	77,1%	560 €
18	Intel Core i7 8086K	31,3%	26,3%	80,3%	495 €

	Prozessor	Gesamt-Index Preis/Leist.	Spiele-Index Preis/Leist.	Leistungs-index	Circa-Preis in Euro
19	AMD Ryzen TR 2920X	28,5%	17,0%	78,8%	620 €
20	Intel Core i7 7820X	23,7%	17,2%	74,7%	650 €
21	AMD Ryzen TR 2950X	23,4%	12,5%	85,4%	850 €
22	AMD Ryzen TR 2970WX	14,6%	7,3%	73,2%	1.200 €
23	Intel Core i9 9980XE	11,3%	6,2%	100,0%	2.040 €
24	Intel Core i9 7980XE	10,8%	5,8%	92,6%	2.000 €
25	AMD Ryzen TR 2990WX	10,5%	5,1%	76,0%	1.740 €

Basis: PCGH-Leistungsindex in Relation zum (bei Redaktionsschluss) aktuellen Marktpreis. Im Diagramm: CPUs bis 375 Euro; Trendlinien: durchgezogene Linie = im Diagramm abgebildete Prozessoren, gestrichelt = alle getesteten Prozessoren.

ter zu sehen sind. Für durchweg flottes Spielen sollten Sie also bei der CPU nicht zu knauserig sein. Bei einer Grafikkarte können Sie allein durch die die Auflösung oder durch die Beleuchtungsberechnungen (Ambient Occlusion etwa) den Rechenaufwand drastisch beeinflussen. Wir können es nicht oft genug betonen (und tun es an dieser Stelle erneut): Die CPU stellt „nur" die Basis der Spieleleistung. Denn in fast allen modernen Spielen wird die Leistung ab Full-HD von der Grafikkarte begrenzt – speziell mit Kantenglättung, Ambient Occlusion oder virtuellen Auflösungen via DSR/VSR.

Geplante Nutzungsdauer

In den letzten zehn Jahren hat sich die durchschnittliche Nutzungsdauer für CPUs deutlich erhöht. Wer sich etwa zu Sandy-Bridge-Zeiten speziell für einen übertaktbaren Core i5 oder i7 entschieden hatte, kann damit auch heute, acht Jahre später, noch so gut wie alle Spiele problemlos zocken. Neuere Spiele nutzen jedoch inzwischen die zusätzlichen Recheneinheiten gut aus. Hinzu kommt, dass mit Direct X 12 die Ansteuerung etwa von Sechs- oder Achtkern-CPUs vereinfacht wurde, sodass Fps-Gewinne durch eine Vielzahl an Rechenwerken künftig noch steigen könnten. Für „Vernunftkäufer" lohnt es sich aber auch weiterhin, über das unmittelbar nötige Maß hinaus zu denken und bei entsprechendem Budget eventuell eine Leistungsklasse höher einzuplanen. Inzwischen sind Vierkerner der Standard und etablieren sich als 100-Euro-Einsteiger-CPUs, Sechskerner befinden sich unter der 200-Euro-Marke und auch Achtkern-CPUs sind inzwischen erschwinglich. Durch die Markteinführung von AMDs Ryzen hat sich die Marktlage etwas verschoben: Ryzen-CPUs kann man inzwischen für relativ wenig Geld erwerben und auch Intels preislicher Höhenflug Mitte 2018 hat sich wieder gelegt. Diese kurze Zeitspanne nutzten aber viele Spieler, um sich günstig einen Sechs- oder Achtkerner von AMD zu besorgen.

Takt oder Architektur

Jahrelang war die Frage nach der Anzahl der Megahertz entscheidend, doch heute ist die Situation komplexer. So haben AMD und Intel inzwischen voneinander vollkommen unabhängige Architekturen entwickelt, zwischen denen sich Taktraten nicht mehr sinnvoll vergleichen lassen. Ebenso wenig zielführend ist ein reiner Vergleich der Anzahl der CPU-Kerne – egal ob mit oder ohne Simultaneous Multithreading (SMT). Diese Technik zur besseren Auslastung der Recheneinheiten bieten mittlerweile beide Hersteller sogar im Low-End-Segment. Bei Intel heißt sie jedoch marketingträchtig „Hyperthreading". Schauen Sie für eine grobe Einordnung der Prozessorleistung daher lieber auf Vergleiche wie unseren CPU-Leistungsindex – wahlweise auf die jeweils mit aufgeführten Spiele- und Anwendungsindizes.

Spiele vs. Anwendungen

Während die meisten Spiele in Echtzeit laufen, also eine bestimmte Bildrate benötigen, um sich sinnvoll bedienen zu lassen, sieht das bei Anwendungen im Heimbereich anders aus. Scheiden sich bei Spielen die Geister, ob es 60, 120 oder noch mehr Bilder pro Sekunde sein sollten, für die der Prozessor die Vorarbeit leisten muss, kommt es bei Anwendungen darauf an,

ob sie sich noch flüssig bedienen lassen. Wird etwa die Änderung eines Parameters in der Bildbearbeitung schnell genug umgesetzt, um Vorher-nachher-Vergleiche zu erlauben? Als Faustregel gilt heutzutage, dass Anwendungen oft besser parallelisieren und so von mehr Kernen profitieren. Spiele hingegen sind nach wie vor meist auf eine hohe Leistung pro Kern angewiesen, da ihre Performance oft an „dem entscheidenden" Gamelogic-Thread hängt und die restlichen Kerne nur entlastend wirken.

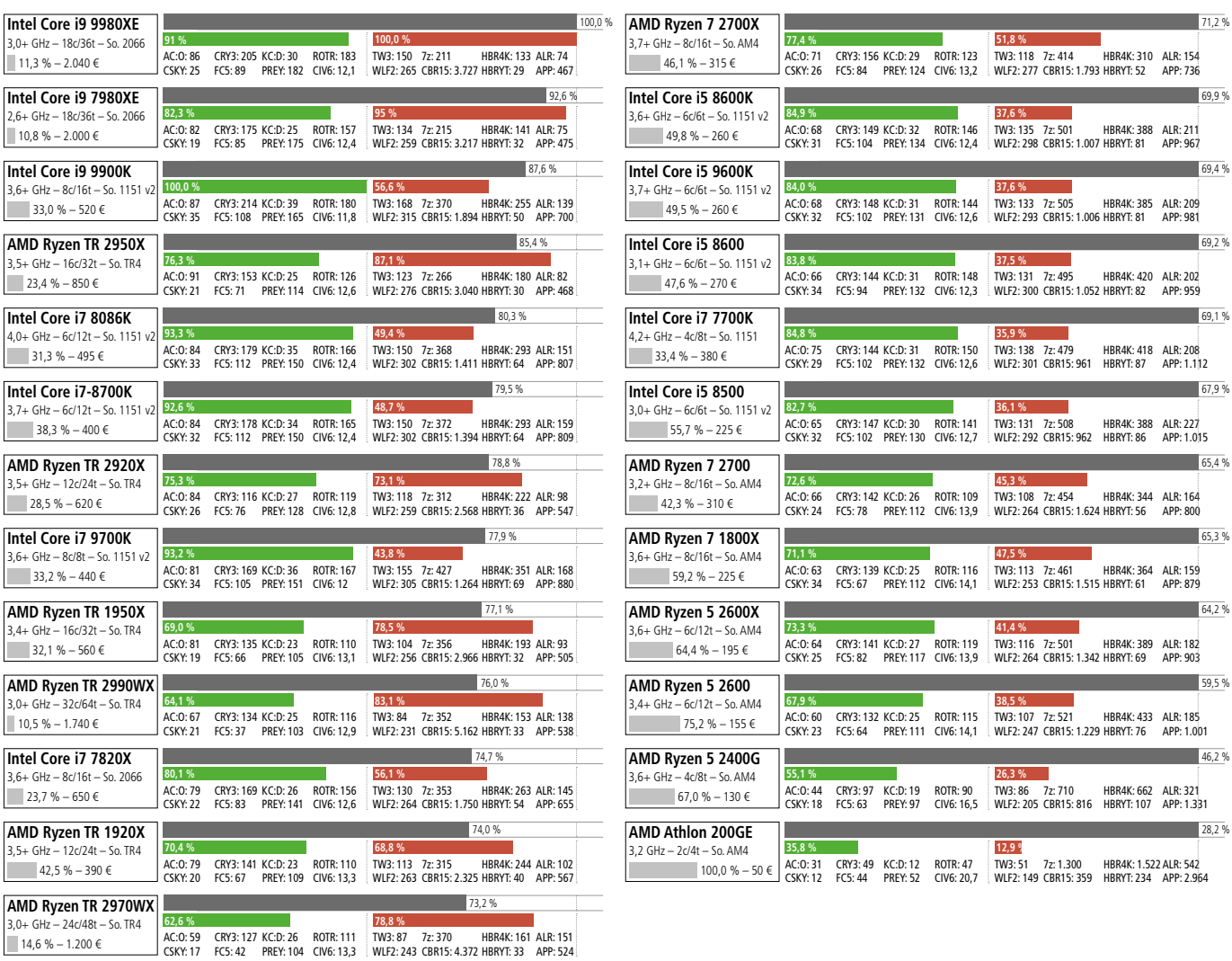
Intel Core vs. AMD Ryzen

Prinzipiell können beide aktuellen Architekturen ausreichend Leistung für fast alle Anwendungsfälle inklusive Spielen liefern. Die Entscheidung hängt also vom Budget und persönlichen Vorlieben sowie den Anforderungen an die Plattform ab. AMD geht beim Ryzen generell freizügiger mit den Optionen um – so lassen sich alle bisherigen Ryzen-Modelle bei entsprechendem Mainboard übertakten, was auf Intel-Seite nur bei den K-Modellen sinnvoll möglich ist. Intel-Core-CPUs sind meist bei Spielen einen Tick flotter, wohingegen Ryzen-CPUs eher Allrounder mit einen Hang zu Anwendungen sind.

Aufrüstung vs. Neukauf?

AMDs aktuelle Plattform AM4 für Desktop-CPUs ist für viele Aufrüster ein Segen: Alle bisherigen Ryzen-CPUs und auch die kommende Generation laufen mit einem UEFI-Update darauf. Eine Investition in AMDs veraltete Plattform AM3(+) lohnt sich nicht mehr. Bei Intel hingegen erfordert beinahe jede CPU-Generation ein neues Mainboard. Die aktuellen Coffee-Lake-CPUs samt Refreshes (8000er und 9000er) teilen sich aber mit einem UEFI-Update dieselben Mainboards mit 300er-I/O-Hub. Sprach beim Neukauf eines Spiele-PCs früher hauptsächlich ein knappes Budget für eine AMD-CPU, ist die Sachlage heute komplexer. Während die Performance in vielen Anwendungen bereits bei den FX-Modellen noch akzeptabel war, liefern AMDs Ryzen-Prozessoren auch für Spieler reichlich Leistung. Das gilt vor allem dann, wenn Sie in hohen Auflösungen wie 2.560 × 1.440 Bildpunkten (WQHD) oder höher oder mit maximaler Detailstufe spielen – dort bestimmt in erster Linie die Grafikkarte die erreichbare Bildrate. Sehr schnelle Intel-CPUs wie der Core i9 9900K oder Core i7 8700K sind beim High-Fps-Gaming jedoch nach wie vor im Vorteil, etwa wenn ein 144-Hz-Display entsprechend befeuert werden soll. Spieler greifen aktuell zu Sechskern-Prozessoren, um auch für die mittlere Zukunft gerüstet zu sein. Idealerweise unterstützen diese bereits SMT wie der Core i7 8700(K) oder der Ryzen 5 2600(X). Zwackt das Budget, tut es derzeit auch noch ein Vierkerner. Durch die niedrigere Kernzahl ist SMT hier wichtiger und bringt auch vergleichsweise mehr. Jedoch ist der preisliche Abstand zwischen Ryzen 5 2400G und dem sechskernigen Ryzen 5 2600 nur sehr gering. Im Preisbereich um 100 Euro gibt es auch von AMD keine SMT-Vierkerner, sodass hier der Core i3 8100 mit seiner

PCGH-Index: Top 25 CPUs



Spiele (links): Durchschnitts-Fps in Assassin's Creed Origins, Cities Skylines, Crysis 3, Far Cry 5, Kingdom Come: Deliverance, Prey, Rise of the Tomb Raider, Sid Meier's Civ VI, The Witcher 3, Wolfenstein II.
Anwendungen (rechts): Zeit in Sekunden bei Leerlauf, 7-Zip v18.03, Cinebench R15 (Punktewert), Handbrake 1.10 HEVC4K, Handbrake 1.10 YT60p, Lightroom Classic 2018, Premiere Pro CC 2018.

höheren Pro-MHz-Leistung gegenüber dem Ryzen 3 2200G punkten kann. Prozessoren ab acht Kernen bringen speziell in Spielen zunehmend wenig Extra-Leistung, allerdings kosten sie speziell im Falle von Ryzen 7 2700(X) auch keine Unsummen mehr, Sie machen auch mit einem solchen Modell nichts falsch. Wenn Sie des Öfteren leistungshungrige Anwendungen wie Videoschnitt oder -transcoding oder 3D-Rendering nutzen, lohnt sich der Griff zum Ryzen 7. Darüber befinden sich dann High-End-Mehrkernmonster wie etwa der Core i9 9960X/7960X oder der Threadripper 2950X mit 16 Kernen. Das obere Ende der Fahnenstange sind hier der Core i9 9980XE/7980XE mit 18 Kernen und der Threadripper 2990WX mit 32 Kernen. Auch hier gilt das bekannte Schema: Die Intel-Core-Modelle sind deutlich teurer, können jedoch in all unseren Tests gut punkten. AMDs Threadripper-Reihe bietet mehr CPU fürs Geld (und mit dem Ryzen-Master-Tool auch eine fantastische Software), liegt aber meist etwas hinter den Intel-Modellen.

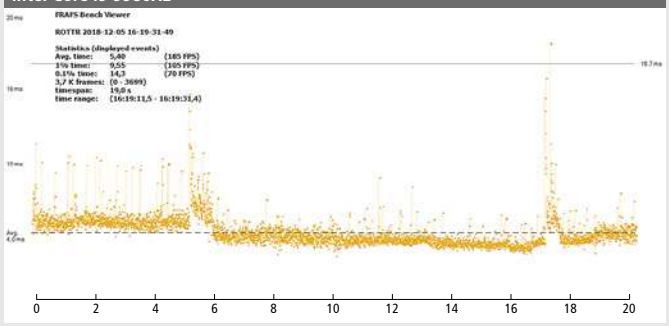
Benchmarks

Zur Übersicht bieten wir Ihnen den CPU-Leistungsindex auf der dritten Seite an. Sie finden die gerundeten Einzelergebnisse in Zahlenform unterhalb der Indexbalken. Apropos: Wenn Sie sich ausschließlich für Spiele- oder Anwendungsleistung interessieren, werfen Sie einen Blick auf die grünen respektive roten Benchmark-Balken, den Preis-Leistungs-Index finden Sie ebenfalls in der Übersicht. Im Spielebereich gibt es noch immer viele Titel, die mit zwei Kernen auskommen – ein Vertreter davon ist das beliebte Starcraft 2, welches insbesondere bei Zerg-Rushes CPU-limitiert ist. Klar ist jedoch auch: Stark mehrkernoptimierten Titeln gehört allein schon aufgrund der Multi-Plattform-Engines, welche auch die achtkernigen Spielkonsolen Playstation 4 und Xbox One bedienen, die Zukunft. Dank Low-Level-APIs wie Direct X 12 und Vulkan verstärkt sich dieser Trend mit Sicherheit noch. Ein Vierkerner, am besten mit SMT, sollte daher die untere Grenze darstellen. *(dh)*

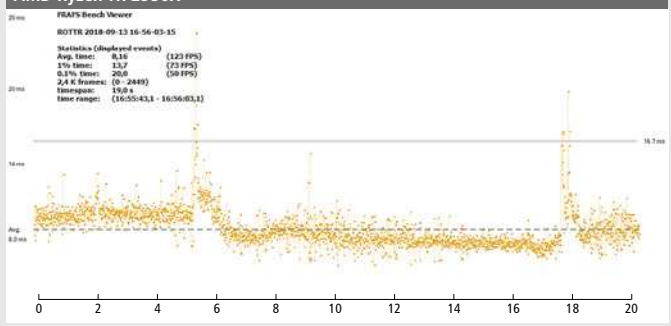
Eine Fps-Angabe sagt manchmal weniger als 1.000 Worte.

Werfen wir einen Blick auf die sogenannten „Frametimes". Dabei handelt es sich um die Berechnungszeit jedes einzelnen Bildes im Benchmark, niedrige Werte sind daher besser. Noch vorteilhafter ist es, wenn aufeinanderfolgende Bilder in ihrer Berechnungszeit möglichst wenig voneinander abweichen und in den Diagrammen folglich eine möglichst glatte Linie entsteht. Glatte Frametimes sind neben der allgemeinen Fps-Rate für die gefühlte Geschmeidigkeit sehr wichtig. Wenn etwa die Frametime zwischen zwei weit auseinanderliegenden Werten hin und her springt, nimmt der Spieler eher die „langsameren" als die „schnellen" Bilder wahr und empfindet es als ruckelndes Spieleerlebnis. Auf diesen Frametime-Bildern ist es also gut, wenn die Punkte nahe beeinander liegen und bei der Werteangabe sollte der Abstand zwischen dem durchschnittlichen Fps-Wert und dem 1%-Fps-Wert so klein wie möglich sein. Nicht so häufig genannt, aber ebenfalls wichtig ist der 0,1%-Fps-Wert. Dieser zeigt quasi den niedrigsten Wert an, den die CPU in unserer Teststelle erreicht hat. Im Idealfall ist selbst dieser Wert über der wichtigen 60-Fps-Marke und erlaubt selbst in den schlechtesten Momenten noch flüssige Frameraten. Die hier vorgestellten Frametimes stammen aus unserem CPU-Testparcours des Action-Abenteuers Rise of the Tomb Raider.

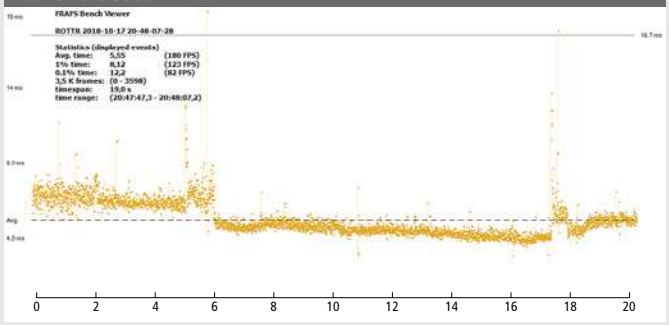
Intel Core i9 9980XE



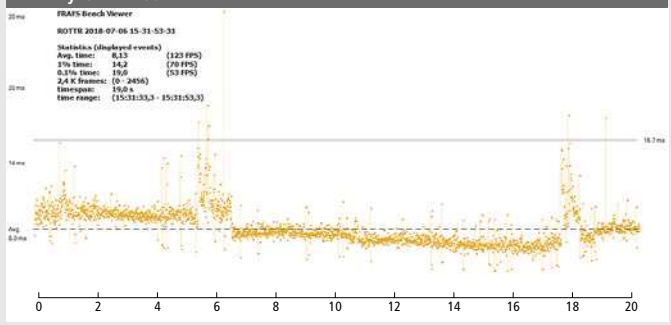
AMD Ryzen TR 2950X



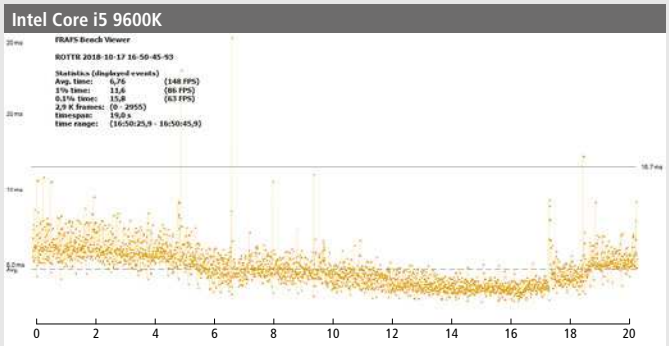
Intel Core i9 9900K



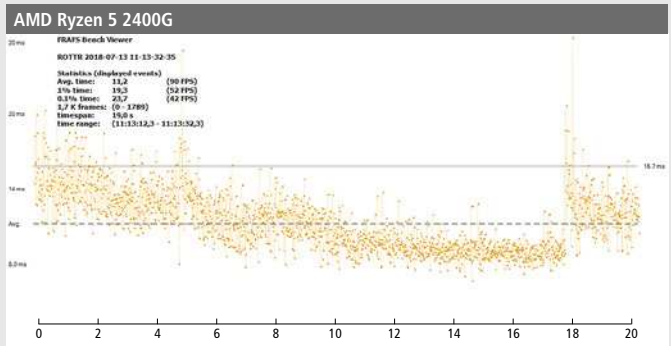
AMD Ryzen 7 2700X



Intel Core i5 9600K



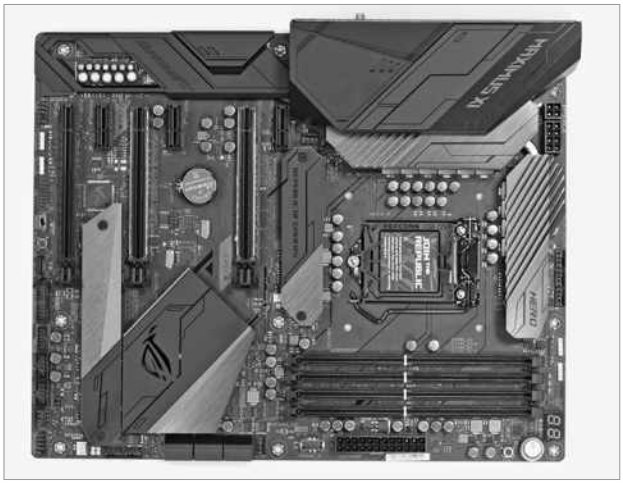
AMD Ryzen 5 2400G



Sockel 1151: Für den Mainstream

Der Sockel für den breiten Markt wurde im August 2015 eingeführt und nimmt seitdem Intel-Core-, Pentium- und Celeron-Prozessoren auf.

Der Sockel 1151 wird auch LGA1151 genannt und kann in Kombination mit Prozessoren der Skylake-, Kaby-Lake- und Coffee-Lake-Mikroarchitektur verwendet werden. Jedoch werden für CPUs ab der Coffee-Lake-Generation Mainboards mit Chips der 300er-Serie benötigt und die Beschaltung des Sockels wurde geändert. Deshalb gibt es inoffiziell nun zwei Versionen: Sockel 1151(SKL) und Sockel 1151(CFL). Die kommende Mikroarchitektur Comet Lake soll ebenfalls darauf funktionieren.



Sockel AM4: Allzweck-Sockel

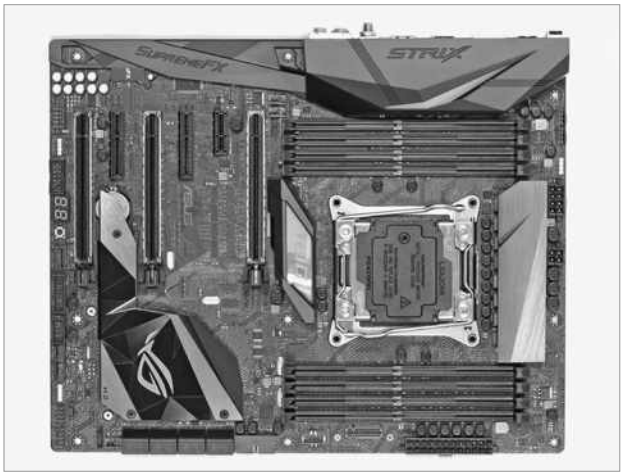
Der Sockel AM4 ist bei Aufrüstern sehr beliebt, denn er kann alle aktuellen Ryzen-CPUs verwenden und auch die kommende Generation soll darauf laufen.

Mit der Ryzen-Mikroarchitektur hat AMD einen Schlussstrich unter die berüchtigte Bulldozer-Architektur gezogen und verwendet seit September 2016 den neuen AM4-Sockel. Zunächst gab es ihn nur in Fertigrechnern zusammen mit Bristol-Ridge-APUs. Seit März 2017 werden dann auch Mainboards und Ryzen-Prozessoren einzeln angeboten. Während bei Intel jede neue Generation quasi ein neues Mainboard voraussetzt, laufen bisher alle Ryzen-CPUs und auch die kommende dritte Ryzen-Generation auf AM4-Mainboards.

Sockel 2066: Für Intel-Enthusiasten

Der Sockel für Intels High-End-Segment soll bei Gaming-Enthusiasten und Workstations zum Einsatz kommen. Dabei bilden die flotten Mehrkerner Intels Speerspitze.

Der Sockel 2066, auch LGA 2066 genannt, wird für Mehrkern-CPUs mit bis zu 18 Kernen verwendet. Er wurde im Juni 2017 eingeführt und unterstützt, wie seine Vorgängersockel 2011 und 2011-3, bis zu 128 GiB RAM im Quad-Channel-Betrieb. Der Sockel wird für mehrere CPU-Generationen eingesetzt und ist damit zu Skylake-X-, W- und Kaby-Lake-X-Prozessoren kompatibel. Durch hohe Kernzahl, hohen Turbotakt und die Übertaktungsmöglichkeiten stellen die Prozessoren für diesen Sockel Intels Topmodelle dar. Bei den Mainboards kommt der X299-Chip zum Einsatz.



Sockel TR4: Für AMD-Enthusiasten

AMDs Antwort auf Sockel 2066 und die Wahl für Enthusiasten und Workstations.

Der Sockel TR4 wurde im August 2017 eingeführt und auch SP3r2 genannt. Er nimmt CPUs der Ryzen-Threadripper-Reihe auf, welche direkte Abwandlungen von AMDs Epyc-Serverprozessoren sind. Mit der Threadripper-Familie will AMD das High-End-Segment für Spieler und Kreative abdecken. TR4 unterstützt DDR4-Speicher im Quad-Channel-Betrieb, bis zu 128 GiB RAM und verfügt über 64 PCIe-Lanes. Bei den Mainboards kommt der X399-Chip zum Einsatz. Der Sockel TR4 ist zwar baugleich mit dem Sockel SP3 für den Epyc-Server-Bereich, jedoch nicht dazu kompatibel.

Prozessor	Intel Core i9-9980XE	Intel Core i9 9900K	AMD Ryzen TR 2950X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1910484	www.pcgh.de/preis/1870092	www.pcgh.de/preis/1867615
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 2.040 €/knapp mangelhaft (5-)	Ca. 520 €/knapp ausreichend (4-)	Ca. 850 €/voll mangelhaft (5+)
Für Mainboards mit Sockel …	Sockel 2066	Sockel 1151 v2	Sockel TR4
Codename	Skylake SP/Skylake X	Coffee Lake S	Zen+/Pinnacle Ridge (Threadripper)
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	18c/36t, 2,4 GHz	8c/16t, 3,6 GHz	16c/32t, 1,2–1,33 GHz
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3 GHz, (3,7–4,4 GHz)	3,6 GHz, (4,7–5 GHz)	3,5 GHz, (3,7–4,4 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte / 32 KiByte	32 KiByte / 32 KiByte	32 KiByte / 64 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	1.024 KiByte / 24,75 MiByte	256 KiByte / 16,00 MiByte	512 KiByte / 2× 16,00 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	Unbekannt, 14 nm, 428 mm²	Unbekannt, 14 nm, unbekannt mm²	2× 4.800, 14 nm, 2× 213 mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**2,16**	**1,74**	**2,16**
Grafikeinheit	Nicht vorhanden	UHD Graphics 630	Nicht vorhanden
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3, TSX	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	44× PCI-Express 3.0	16× PCI-Express 3.0	64× PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,28**	**1,69**	**1,49**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)	Ja (bis 63,75)
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	4× DDR4-2667	2× DDR4-2667	4× DDR4-2933
ECC-Support	Unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt
TDP laut Hersteller**	165 Watt	95 Watt	180 Watt
Systemverbrauch Leerlauf abzüglich Grafikkarte	44 Watt	17 Watt	46 Watt
Systemverbrauch (AC Origins/C3/RotTR)**	298/384/404 Watt	297/352/371 Watt	327/332/336 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschnitt)**	316 Watt	312 Watt	305 Watt
Systemverbrauch Anwendungen (Durchschnitt)**	281 Watt	197 Watt	339 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**1,24**	**1,73**	**1,81**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	90,6 %	100 %	76,3 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsnote)	100 %	56,6 %	87,1 %
FAZIT	⊕ Höchste Anwendungsleistung ⊖ Exorbitant teuer, starke Hitzeentwicklung	⊕ Höchste Spieleleistung ⊖ Teuer und starke Hitzeentwicklung	⊕ Hohe Anwendungs-/Spiele-Perf. ⊖ Leistung wird noch nicht genutzt
	Wertung: **1,43**	Wertung: **1,72**	Wertung: **1,82**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

	Intel Core i5-9600K	AMD Ryzen 7 2700X	AMD Ryzen 5 2600X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1870105	www.pcgh.de/preis/1804456	www.pcgh.de/preis/1804460
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 260 €/knapp befriedigend (3-)	Ca. 315 €/voll ausreichend (4+)	Ca. 195 €/voll befriedigend (3+)
Für Mainboards mit Sockel …	Sockel 1151 v2	Sockel AM4	Sockel AM4
Codename	Coffee Lake S	Zen+/Pinnacle Ridge	Zen+/Pinnacle Ridge
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	6c/6t, 3,6 GHz	8c/16t, 1,33–1,46 GHz	6c/12t, 1,33–1,46 GHz
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3,7 GHz, (4,6–4,6 GHz)	3,7 GHz, (4,35–4,35 GHz)	3,6 GHz, (4,25–4,35 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte / 32 KiByte	32 KiByte / 64 KiByte	32 KiByte / 64 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	256 KiByte / 9,00 MiByte	512 KiByte / 16,00 MiByte	512 KiByte / 16,00 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	Unbekannt, 14 nm, unbekannt mm²	Unbekannt, 12 nm, unbekannt mm²	Unbekannt, 12 nm, unbekannt mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**1,74**	**2,16**	**2,16**
Grafikeinheit	UHD Graphics 630	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3, TSX	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	16× PCI-Express 3.0	24× PCI-Express 3.0	24× PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,96**	**1,89**	**1,93**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 83)	Ja (bis 63,75)	Ja (bis 63,75)
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	2× DDR4-2667	2× DDR4-2933	2× DDR4-2933
ECC-Support	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt	Nicht unterstützt
TDP laut Hersteller**	95 Watt	105 Watt	95 Watt
Systemverbrauch Leerlauf abzüglich Grafikkarte	16 Watt	30 Watt	26 Watt
Systemverbrauch (AC Origins/C3/RotTR)**	259/278/306 Watt	268/326/286 Watt	246/283/267 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschnitt)**	266 Watt	267 Watt	250 Watt
Systemverbrauch Anwendungen (Durchschnitt)**	188 Watt	210 Watt	166 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**2,44**	**2,37**	**2,65**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	84 %	77,4 %	73,3 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsnote)	37,6 %	51,8 %	41,4 %
FAZIT	⊕ Guter Preis, gute Spieleleistung ⊖ Leider „nur" sechs Kerne	⊕ Viel CPU für relativ wenig Geld ⊖ In Spielen meist hinter Intel-CPUs	⊕ Viel CPU für relativ wenig Geld ⊖ In Spielen meist hinter Intel-CPUs
	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,23**	Wertung: **2,41**

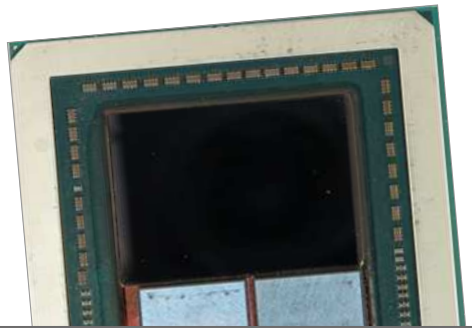
* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

Grafikkarten

Übersicht: 39 Grafikkarten zwischen 150 und 2.700 Euro. Ohne potente GPU läuft beim Spielen nichts. Hier erfahren Sie, welche Modelle sich lohnen und worauf Sie beim Kauf achten sollten.

Kaufen Sie eine Nvidia Geforce, wenn Sie …

- … ein G-Sync-Display nutzen möchten.
- … sich höchstmögliche Leistung wünschen – AMD hat noch kein Pendant zur Geforce RTX 2080 Ti und Titan RTX veröffentlicht.
- … die ersten Raytracing-Spiele mit maximaler Qualität spielen möchten (Battlefield 5, Metro Exodus und zukünftig weitere).
- … Zugriff auf weitere Anti-Aliasing-Modi haben möchten. In Battlefield 5, Final Fantasy XV und Metro Exodus steht das neue DLSS zur Verfügung – aber nur auf Turing-GPUs. TXAA wartet u. a. in GTA 5 und Watch Dogs 2.
- … das flexibelste Downsampling (DSR) in allen Spielen nutzen möchten.



Kaufen Sie eine AMD Radeon, wenn Sie …

- … im Rahmen des Treiber-Lieferumfangs übertakten und Videos/Screenshots erstellen möchten (Wattman und Relive).
- … intelligent Strom sparen möchten – der Treiber kann mit der Funktion „Chill" ein adaptives Framelimit einschalten. Das lohnt sich besonders bei Notebooks.
- … AMDs Virtual Super Resolution (VSR) nutzen möchten – die Qualität dieses Downsamplings ist besser als bei Nvidias DSR.
- … Ihre Grafikkarte oft im Produktiveinsatz haben. AMD-GPUs brillieren unter Open CL (Bildbearbeitung, Rendering).
- … eine potente 16-GiByte-Grafikkarte zum erschwinglichen Preis haben möchten (gilt nur für die Radeon VII).

Videospiele werden jedes Jahr dynamischer und hübscher – und das ist gut so. Damit einher geht automatisch ein größerer Hardware-Hunger, getreu dem Motto „Fortschritt gibt es nicht umsonst". Falls der Genuss von The Division 2, Anthem, Dirt Rally 2.0, Metro Exodus oder Resident Evil 2 an Ihrem Rechner von Ruckeln getrübt wird, liegt es mit großer Wahrscheinlichkeit an der Grafikkarte. Damit Sie beim Aufrüsten das richtige Modell wählen, präsentieren wir Ihnen eine Tonne an Messwerten, mit 39 Grafikkarten der Preisspanne 150 bis 2.700 Euro.

Bremsfaktor ermitteln

Die Rolle der Grafikkarte in modernen PC-Spielen ist äußerst wichtig, in den meisten Gaming-Rechnern bestimmt sie die Bildrate. So schnell, wie eine Grafikkarte veraltet ist, kann man sie auch tauschen – praktisch! Bevor Sie Ihren alten Pixelschieber ausbauen, sollten Sie jedoch sichergehen, dass er wirklich schuldig an der Ruckel-misere ist. Die beinahe grenzenlose Konfigurierbarkeit des PCs führt nämlich dazu, dass der Bremsklotz an jeder Stelle sitzen kann. Die häufigsten Limits betreffen den Prozessor oder die Grafikkarte. Abhängig von Spiel, Detaileinstellungen, Auflösung und Hardwarekonstellation limitiert eine Komponente stärker als die andere.

Ob Ihr Prozessor oder Ihre Grafikkarte limitiert, finden Sie ganz einfach heraus. Zunächst benötigen Sie eine Anzeige der Bildrate (Frames per second, kurz Fps). Einige Spiele bieten diese Option in ihren Menüs an, in den meisten Fällen ist jedoch ein externes Programm notwendig. Wir empfehlen den Klassiker Fraps, aber auch der MSI Afterburner und das quelloffene Programm OCAT leisten gute Dienste. Haben Sie das Programm Ihrer Wahl gestartet, wird in Spielen die aktuelle Bildrate in einer oberen Bildschirmecke angezeigt. Tun Sie nun, was Sie auch sonst tun würden: spielen – allerdings stets mit Blick auf die Zahlen. In unserem fiktiven Beispiel erreichen wir zwischen 30 und 40 Fps bei Full-HD-Auflösung und maximalen Spieldetails. Im nächsten Schritt reduzieren Sie die Auflösung deutlich, wobei die niedrigstmögliche 16:9-Auflösung in den meisten Fällen sinnvoll ist – 1.280 × 720 Pixel. Lassen Sie sich nicht vom entstehenden Pixelbrei irritieren, Sie handeln im Namen der Wissenschaft. Nun laufen/springen/fahren/schießen Sie die gleiche Szene im Spiel erneut ab. Unser Beispielrechner zeichnet nun mindestens 40, manchmal sogar 50 Fps. In diesem Fall ist die Sache eindeutig: Die Grafikkarte ist mit der Pixellast überfordert und bremst das Geschehen; ein Aufrüsten der GPU ist lohnenswert.

Ändert sich die Bildrate wenig bis gar nicht, bremst hingegen der Prozessor. In einem solchen Fall bringt ein Grafikkarten-Upgrade nichts, an der grundsätzlichen Bildrate wird sich dadurch kaum etwas ändern. Welche Prozessoren sich derzeit lohnen, erfahren Sie ab Seite 6. Doch auch eine beherzte Übertaktung der vorhandenen Infrastruktur hilft der Bildrate auf die Sprünge, je nach System beträgt das mögliche Plus 10 bis 30 (!) Prozent.

Manchmal ist es sinnvoll, ein alterndes System mit einer neuen, stärkeren Grafikkarte auszustatten. Ein solcher Fall wäre der Wechsel von einem Full-HD- auf ein feines WQHD-Display (Inspiration ab Seite 70). Die zusätzlichen Pixel gehen allein zulasten der Grafikkarte, sodass diese kräftig genug sein sollte. Wer gar in der Ultra-HD-Auflösung spielt, bewegt sich grundsätzlich öfter im Grafiklimit, als ihm oder ihr lieb ist. Hier erübrigt sich die Diskussion in vielen Fällen, wobei trotzdem die Kontrolle mit dem beschriebenen Kurztest ratsam ist.

20 GPUs durchgetestet

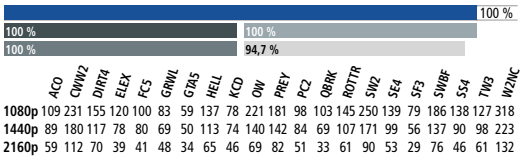
Rechts sehen Sie den aktuellen Grafikkarten-Leistungsindex. Dieser

GPU-Leistungsindex: Top 20

BESSER ▶ | **Normierte Leistung** ■ Gesamtindex ■ FHD ■ WQHD ■ UHD ■ Anwendungen | Preis-Leistungs-Verhältnis (PLV): Mehr ist besser

Titan RTX

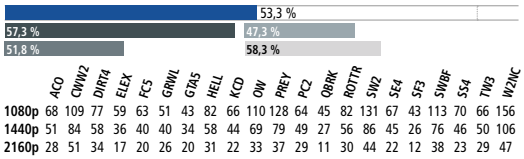
Takt: 1,70+/7,0 GHz
RAM: 24 GiB GDDR6
Preis: Ca. 2.700 € (±0 €)
PLV: 18,2 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	109	231	155	112	100	83	59	137	78	221	181	98	103	145	250	139	79	186	138	132	119	308
1440p	89	180	117	78	80	69	50	113	74	140	142	84	69	107	171	99	56	137	90	98	223	
2160p	59	112	70	39	41	48	34	65	46	69	82	51	33	61	90	53	29	76	46	61	132	

Geforce GTX 1070 Ti

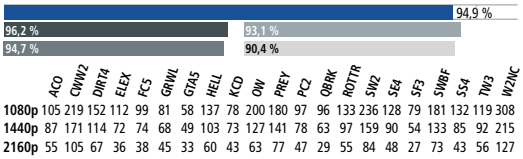
Takt: 1,72+/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 430 € (+40 €)
PLV: 60,8 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	68	109	77	59	63	51	43	82	66	110	128	64	45	82	131	67	43	113	70	66	156	
1440p	51	84	58	36	40	40	34	58	44	69	79	49	27	56	86	45	26	76	46	50	106	
2160p	28	51	34	17	20	26	20	31	22	33	37	29	11	30	44	22	12	38	23	29	47	

Geforce RTX 2080 Ti

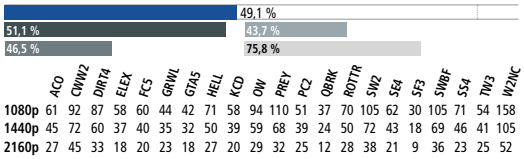
Takt: 1,65+/7,0 GHz
RAM: 11 GiB GDDR6
Preis: Ca. 1.260 € (±0 €)
PLV: 37,0 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	105	219	152	112	99	81	58	137	78	200	180	97	96	133	236	128	79	181	132	119	308	
1440p	87	171	114	72	74	68	49	103	73	127	141	78	63	97	159	90	54	133	85	92	215	
2160p	55	105	67	36	38	45	33	60	43	63	77	47	29	55	84	48	27	73	43	56	127	

Radeon RX Vega 56

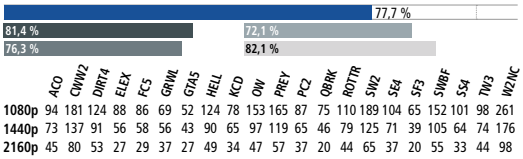
Takt: 1,21+/0,8 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Ca. 270 € (-80 €)
PLV: 89,3 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	61	92	87	58	60	44	42	71	58	94	110	51	37	70	105	62	30	105	71	54	158	
1440p	45	72	60	37	40	35	32	50	39	59	68	39	24	50	72	43	18	69	46	41	105	
2160p	27	45	33	18	20	23	18	27	20	29	32	25	12	28	38	21	9	36	23	25	52	

Geforce RTX 2080

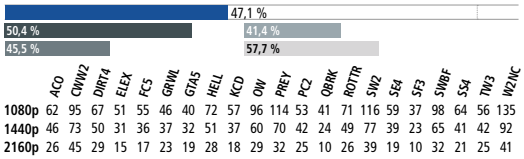
Takt: 1,80+/7,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 850 € (±0 €)
PLV: 44,9 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	94	181	124	88	86	69	52	124	78	153	165	87	75	110	189	104	65	152	101	98	261	
1440p	73	137	91	56	58	56	43	90	65	97	119	65	46	79	125	71	39	105	64	74	176	
2160p	45	80	53	27	29	37	27	49	34	47	57	37	20	44	65	37	20	55	33	44	98	

Geforce GTX 1070

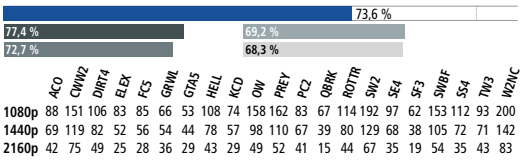
Takt: 1,60+/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 330 € (+30 €)
PLV: 70,1 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	62	95	67	51	55	46	40	72	57	96	114	53	41	71	116	59	37	98	64	56	135	
1440p	46	73	50	31	36	37	32	51	37	60	70	42	24	49	77	39	23	65	41	42	92	
2160p	26	45	29	15	17	23	19	28	18	29	32	25	10	26	39	19	10	32	21	25	41	

Geforce GTX 1080 Ti

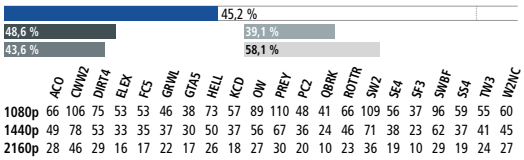
Takt: 1,65+/5,5 GHz
RAM: 11 GiB GDDR5X
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	88	151	106	83	85	66	53	108	74	158	162	83	67	114	192	97	62	153	112	93	200	
1440p	69	119	82	52	56	54	44	78	57	98	110	67	39	80	129	68	38	105	72	71	142	
2160p	42	75	49	25	28	36	29	43	29	49	52	41	15	44	67	35	19	54	35	43	83	

Geforce GTX 1660 Ti

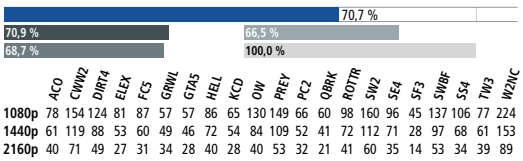
Takt: 1,78+/6,0 GHz
RAM: 6 GiB GDDR6
Preis: Ca. 300 € (–)
PLV: 74,0 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	66	106	75	53	53	46	38	73	57	89	110	48	41	66	109	56	37	96	59	55	60	
1440p	49	78	53	33	35	37	30	50	37	56	67	36	24	46	71	38	23	62	37	41	45	
2160p	28	46	29	16	17	22	17	26	18	27	30	20	10	23	36	19	10	29	19	24	27	

Radeon VII

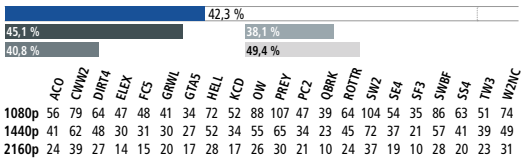
Takt: 1,70+/1,0 GHz
RAM: 16 GiB HBM2
Preis: Ca. 770 € (–)
PLV: 45,1 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	78	154	124	81	87	57	57	86	65	130	149	66	60	98	160	96	45	137	106	77	224	
1440p	61	119	88	53	60	49	46	72	54	84	109	52	41	72	112	71	28	97	68	61	153	
2160p	40	71	49	27	31	34	28	40	28	40	53	32	21	41	60	35	14	53	34	39	89	

Geforce GTX 980 Ti

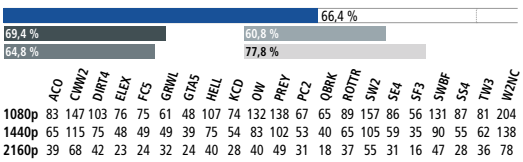
Takt: 1,04+/3,5 GHz
RAM: 6 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	56	79	64	47	48	41	34	72	52	88	107	47	39	64	104	54	35	86	63	51	74	
1440p	41	62	48	30	31	30	27	52	34	55	65	34	23	45	72	37	21	57	41	39	49	
2160p	24	39	27	14	15	20	17	28	17	26	30	21	10	24	37	19	10	28	20	23	31	

Geforce RTX 2070

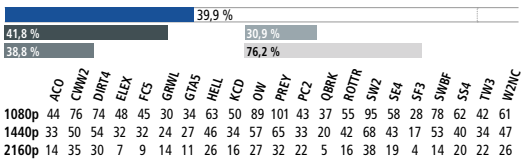
Takt: 1,83+/7,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 630 € (±0 €)
PLV: 51,7 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	83	147	103	76	75	61	48	107	74	132	138	67	65	89	157	86	56	131	87	81	204	
1440p	65	115	75	48	49	49	39	75	54	83	102	53	40	65	105	59	35	90	55	62	138	
2160p	39	68	42	23	24	32	24	40	28	40	49	31	18	37	55	31	16	47	28	36	78	

Radeon R9 Fury X

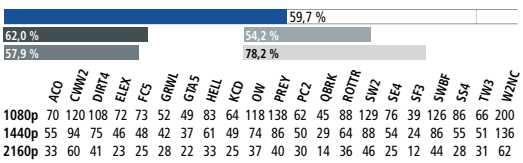
Takt: 1,05/0,5 GHz
RAM: 4 GiB HBM
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	44	76	74	48	45	30	34	63	50	89	101	43	37	55	95	58	28	78	62	42	61	
1440p	33	50	54	32	32	24	27	46	34	57	65	33	20	42	68	43	17	53	40	34	47	
2160p	14	35	30	7	9	14	11	26	16	27	32	22	5	16	38	19	4	14	20	22	26	

Radeon RX Vega 64 LCE

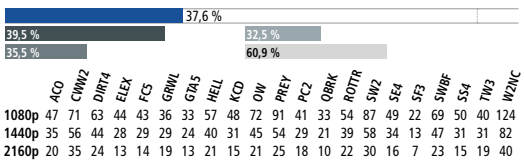
Takt: 1,53+/0,95 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	70	120	108	72	73	52	49	83	64	118	138	62	45	88	129	76	39	126	86	66	200	
1440p	55	94	75	46	48	42	37	61	49	74	86	50	29	64	88	54	24	86	55	51	136	
2160p	33	60	41	23	25	28	22	33	25	37	40	30	14	36	46	25	12	44	28	31	62	

Radeon RX 590/8G

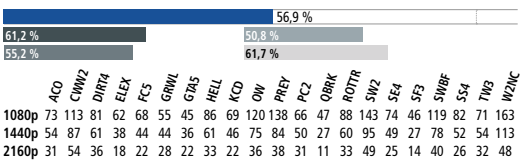
Takt: 1,55/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 240 € (±0 €)
PLV: 77,0 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	47	71	63	44	43	36	33	57	48	72	91	41	33	54	87	49	22	69	50	40	124	
1440p	35	56	44	28	29	29	24	40	31	45	54	29	21	39	58	34	13	47	31	31	82	
2160p	20	35	24	13	14	19	13	21	15	21	25	18	10	22	30	16	7	23	15	19	40	

Geforce GTX 1080

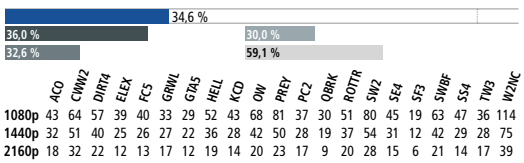
Takt: 1,63+/5,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5X
Preis: Ca. 520 € (+80 €)
PLV: 53,7 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	73	113	81	62	68	55	45	86	69	120	138	66	47	88	143	74	46	119	82	71	163	
1440p	54	87	61	38	44	44	36	61	46	75	84	50	27	60	95	49	27	78	52	54	113	
2160p	31	54	36	18	22	28	22	33	22	36	38	31	11	33	49	25	14	40	26	32	48	

Radeon RX 580/8G

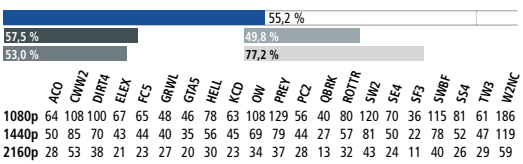
Takt: 1,34/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 170 € (-20 €)
PLV: 100,0 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	43	64	57	39	40	33	29	52	43	68	81	37	30	51	80	45	19	63	47	36	114	
1440p	32	51	40	25	26	27	22	36	28	42	50	28	19	37	54	31	12	42	29	28	75	
2160p	18	32	22	12	13	17	12	19	14	20	23	17	9	20	28	15	6	21	14	17	39	

Radeon RX Vega 64 Air

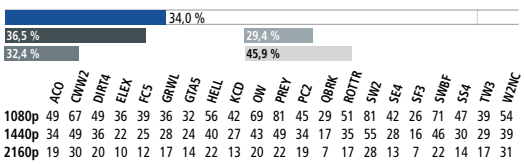
Takt: 1,34+/0,95 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Ca. 390 € (-30 €)
PLV: 69,5 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	64	108	100	67	65	48	46	78	63	108	129	56	40	80	120	70	36	115	81	61	186	
1440p	50	85	70	43	44	40	35	56	45	69	79	44	27	57	81	50	22	78	52	47	119	
2160p	28	53	38	21	23	27	20	30	23	34	37	28	13	32	43	24	11	40	26	29	59	

Geforce GTX 1060/6G

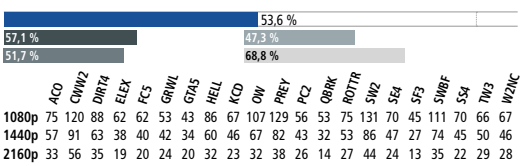
Takt: 1,70+/4,0 GHz
RAM: 6 GiB GDDR5
Preis: Ca. 200 € (-20 €)
PLV: 83,5 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	49	67	49	36	39	36	32	56	42	69	81	45	29	51	81	42	26	71	47	39	54	
1440p	34	49	36	22	25	28	24	40	27	43	49	34	17	35	55	28	16	46	30	29	39	
2160p	19	30	20	10	12	17	14	22	13	20	22	19	7	17	28	13	7	22	14	17	31	

Geforce RTX 2060

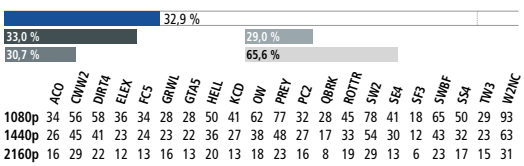
Takt: 1,80+/7,0 GHz
RAM: 6 GiB GDDR6
Preis: Ca. 370 € (±0 €)
PLV: 71,2 %



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	75	120	88	62	62	53	43	86	67	107	129	56	53	75	131	70	45	111	70	66	67	
1440p	57	91	63	38	40	42	34	60	46	67	82	43	32	53	86	47	27	74	45	50	46	
2160p	33	56	35	19	20	24	20	32	23	32	38	26	14	27	44	24	13	35	22	29	28	

Radeon R9 390

Takt: 1,0/3,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	ACO	CWW2	DIRT4	ELEX	FC5	GRWL	GTA5	HELL	KCD	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF	SS4	TW3	W2NC
1080p	34	56	58	36	34	28	28	50	41	62	77	32	28	45	78	41	18	65	50	29	93	
1440p	26	45	41	23	24	23	22	36	27	38	48	27	17	33	54	30	12	43	32	23	63	
2160p	16	29	22	12	13	16	13	20	13	18	23	16	8	19	29	13	6	23	17	15	31	

System: Core i7-6800K (6C/12T) @ 4,4 GHz (LLC: 3,6 GHz), MSI X99A Tomahawk, 4 × 8 GiB Corsair DDR4-3000 (1T); Windows 10 (1803, x64); anisotroper Filter auf Standard („Qualität"); Vsync aus. Klammer: Preisentwicklung ggü. Vormonat **Spiele-/Anwendungsnamen:** ACO: Assassin's Creed Origins, CWW2: Call of Duty WW2, Dirt 4, Elex, FC5: Far Cry 5, GRWL: Ghost Recon Wildlands, GTA5: Grand Theft Auto 5, HELL: Hellblade, KCD: Kingdom Come Deliverance, OW: Overwatch, Prey, PC2: Project Cars 2, QBRK: Quantum Break, ROTTR: Rise of the Tomb Raider, SW2: Shadow Warrior 2, SE4: Sniper Elite 4, SF3: Spellforce 3, SWBF2: Star Wars Battlefront 2, SS4: Sudden Strike 4, TW3: The Witcher 3, W2NC: Wolfenstein 2. Angabe auf die nächste Ganzzahl gerundeter Fps. **Referenzkarten/ Founders-Editionen unter sich. Die Anwendungsleistung fließt zu 1/22 (~4,55 %) nur in den blauen Gesamtindex ein.**

*Capture One 11 (MPix/s): Titan RTX (38,3), 2080 Ti (36,5), 2080 (33,2), 1080 Ti (27,6), Radeon VII (40,4), 2070 (31,4), V64 LCE (31,6), 1080 (24,9), V64 (31,2), 2060 (27,8), 1070 Ti (23,6), V56 (30,6), 1070 (23,3), 1660 Ti (23,5), 980 Ti (20,0), Fury X (30,8), RX 590 (24,6), RX 580 (23,9), 1060 6GB (18,5), GTX 980 (16,7), R9 390 (26,5)

verrechnet zum einen die Gesamtleistung in den 22 Tests (21 Spiele, eine Open-CL-Anwendung), im Falle der Spiele in drei Auflösungen. Direkt darunter schlüsseln wir die Daten auf, sodass Sie auf den ersten Blick sehen, welche Grafikkarte in welcher Auflösung (sprich: für welchen Monitor) am besten geeignet ist. Auch die Rechenleistung unter Zuhilfenahme der Open-CL-API erhält einen eigenen Index. Beachten Sie bei alldem bitte, dass wir ausnahmslos Referenzkarten von AMD und Nvidia miteinander vergleichen. Dies ermöglicht eine klare Basislinie mit entsprechenden Preisen. Die zahlreichen Herstellervarianten bieten meist eine höhere Leistung, im Falle der Sparversionen jedoch auch eine geringere.

Bei der Auswahl der richtigen Grafikkarte spielt nicht nur die Bildschirmauflösung eine große Rolle, sondern auch das verfügbare Budget. Erfahrungsgemäß bieten Mittelklasse-Grafikkarten im Dunstkreis von 200 Euro das beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Welches Modell besonders empfehlenswert ist, erfahren Sie beim Blick auf den Preis-Leistungs-Index (PLV), welcher den im Leistungsindex erzielten Wert ins Verhältnis zum Marktpreis setzt. 100 Prozent ist optimal, weniger entsprechend schlechter. Wer schlicht und ergreifend die meisten Frames pro Euro haben möchte, sieht sich nach einer Radeon RX 580, RX 570 oder Geforce GTX 1060 6GB um. Diese Modelle sind bereits „alte Hasen" im Grafikkartenportfolio der Hersteller und wurden in den vergangenen Wochen immer günstiger. Im Falle der GTX 1060 handelt es sich um einen Abverkauf: Die im Februar und März veröffentlichten Modelle Geforce GTX 1660 und GTX 1660 Ti treten an die Stelle der GTX 1060 mit 6 und 3 GiByte Speicher. Letztere war bereits zum Start ein unterbestücktes Modell, von dem wir abraten. Der (partielle) RAM-Fortschritt bei Nvidia ist begrüßenswert. Dennoch bietet AMD bei vielen Modellen ein zukunftsfähigeres Speicherpolster. Wer zu einer 8-GiB-Variante der RX 580 oder RX 570 greift, erhält damit nicht nur viele Fps pro Euro, sondern auch die Sicherheit, in Spielen nicht auf Texturdetails verzichten zu müssen. Die Radeon RX 590 wird indessen ausschließlich mit 8 GiByte bestückt.

Falls Sie sich wundern: Die Radeon RX 570 mit 4 GiByte ist zwar preislich attraktiv und jedem Spiel gewachsen, flog aber just aus unserer Top-20-Liste. Ihr Indexwert beträgt 28,5 Prozentpunkte. Damit platziert sie sich zwischen den Modellen Radeon R9 290X und Geforce GTX 970. Voraussichtlich im Laufe des Aprils wird Nvidia mit der Geforce GTX 1650 sein

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	Titan RTX	RTX 2080 Ti Gaming X Trio	RTX 2080 Ti ROG Strix OC (O11G)
Hersteller/Website	Nvidia (www.nvidia.de)	MSI (https://de.msi.com)	Asus (www.asus.com/de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 2.700,-/ungenügend	Ca. € 1.400,-/mangelhaft	Ca. € 1.400,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.nvidia.com/de-de/titan/titan-rtx	www.pcgh.de/preis/1870891	www.pcgh.de/preis/1870857
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	Titan RTX; TU102-400 (ID: 1F02) (12 nm FFN)	RTX 2080 Ti; TU102-300A-K1 (12 nm FFN)	RTX 2080 Ti; TU102-300A-K1 (12 nm FFN)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	4.608/288/96	4.352/272/88	4.352/272/88
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,650 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.350 (Boost: 1.650+)/7.001 MHz (kein OC)	1.350 (Boost: 1.800+)/7.000 MHz (+9/0 % ggü. FE)	1.350 (Boost: 1.740+)/7.000 MHz (+5/0 % ggü. FE)
Ausstattung (20 %)	**2,13**	**2,50**	**2,48**
Speichermenge (Anbindung)	24.576 MiByte (384 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Samsung K4ZAF325BM-HC14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp.1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	2× Displayp. 1.4a, 2× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Nvidia-Referenzdesign (Dual-Slot), Fullsize-Vapor-Chamber, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Backplate inklusive Wärmeleitpads; Goldlackierung	Eigendesign, Triple-Slot, 7 HP (1 × 8, 6 × 6 mm), 3 × axial (2 × 95, 1 × 85 mm); Radiator kühlt VRMs, Platte für RAM, Backplate inkl. Wärmeleitpads	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × axial (2 × 95, 1 × 85 mm); Radiator kühlt VRMs, Platte für RAM, Backplate ohne Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	–	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	Displayport-auf-DVI-Adapterkabel	1 × Stromadapter: 6-auf-8-Pol; Haltestrebe (Bracket)	Kabelbinder
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 280 Watt; Lüfter rotieren immer; NV-Link 2.0 für SLI (2-way); ohne Treiber im Leerlauf nur 0,1 Sone Lautheit	TDP lt. Firmware: 300 Watt, überbreites Custom-PCB (14+3 Phasen), Lüfter getrennt regelbar, Lüfter rotieren ab ~63 °C; NV-Link 2.0 für SLI (2-way)	TDP lt. Firmware 260 Watt; Dual-BIOS, Custom-PCB, 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+15 MHz) in GPU Tweak II; LED-Knopf (an/aus); bewertet mit P-BIOS
Eigenschaften (20 %)	**2,53**	**2,27**	**2,31**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	30/76/76 Grad Celsius	40/72/72 Grad Celsius	30/62/62 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,8 (41 %)/2,8 (58 %)/2,8 (58 %) Sone	0,0 (passiv)/1,6 (51 %)/1,6 (51 %) Sone	0,4/1,9/2,0 Sone (Perf.); 0,0/0,9/1,1 Sone (Quiet)
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	14/25/23 Watt	15/27/22 Watt	15/25/22 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	86/292/291/295 Watt	82/320/321/326 Watt	76/273/274/277 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~1.950 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+18 %)	~2.085 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+16 %)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.400 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+20 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 114 % = 320 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 110 % = 330 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 125 % = 325 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	26,8/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	32,7/4,9 cm; 2 × 8 (!)-/1 × 6-Pol (vertikal)	30,5/5,0 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	30,5 × 12,5 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	29,0 × 12,0 (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,04**	**1,07**	**1,11**
FAZIT	⊕ Turing-Vollausbau; 24 GiByte; Verarbeitung ⊖ Exorbitanter Preis; Lautheit	⊕ Mächtigste RTX 2080 Ti im Test; leise ⊖ Verbrauch; 3 Stromstecker notwendig	⊕ Dual-BIOS, 2 × HDMI; LED-Knopf ⊖ Lüfter drehen im Leerlauf (mit P-BIOS)
	Wertung: **1,56**	Wertung: **1,60**	Wertung: **1,62**

*Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Display-Anschlüsse im Überblick

Zur Ansteuerung eines modernen Bildschirms kommt man nicht um Displayport und HDMI herum. Doch viele ältere Computer setzen noch auf die Standards DVI und, im Falle echter Museumsstücke, D-Sub. Viele neue Nvidia-Karten (RTX 2000, GTX 16x0) bieten darüber hinaus den Virtual-Link zum Anschluss kommender VR-Geräte.

D-Sub („VGA")

D-Sub ist ein Relikt vergangener Tage. Die analoge Schnittstelle war von Ende der 1980er-Jahre bis zur Jahrtausendwende Standard und kann wie DVI nur Bilddaten übertragen.

DVI-I

DVI-I beherrscht neben analoger auch die digitale Datenübertragung. Single-Link-Kabel erreichen 1.920 × 1.080 Pixel mit 60 Hertz, mit Dual-Link sind bis zu 2.560 × 1.600 Pixel möglich.

DVI-D

DVI-D(igital) kann keine analogen Daten übertragen, ansonsten unterscheidet sich dieser Standard nicht von DVI-I. DVI-D findet sich auf fast jeder aktuellen Grafikkarte, stirbt jedoch aus.

HDMI

HDMI stammt aus der Multimedia-Sparte, verbreitete sich aber auch am PC. Der Standard kann Bild und Ton übertragen, unterliegt Displayport (1.3+) jedoch hinsichtlich der max. Datenrate.

Displayport

Displayport ist ein relativ junger Standard, der seit 2012 auf jeder modernen Grafikkarte thront. Die aktuelle Version 1.4(a) erlaubt u. a. High Dynamic Range mit angenehmen Bildwiederholraten.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2080 Ti Gaming OC 11G	RTX 2080 Ti Founders Edition	RTX 2080 Ti AMP
Hersteller/Website	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Nvidia (www.nvidia.de)	Zotac (www.zotac.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.300,-/mangelhaft	Ca. € 1.260,-/mangelhaft	Ca. € 1.250,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1870884	www.nvidia.com/de-de/geforce/20-series	www.pcgh.de/preis/1870905
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2080 Ti; TU102-300A-K1 (12 nm FFN)	RTX 2080 Ti; TU102-300A-K1 (12 nm FFN)	RTX 2080 Ti; TU102-300A-K1 (12 nm FFN)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	4.352/272/88	4.352/272/88	4.352/272/88
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.350 (Boost: 1.710+)/7.000 MHz (+4/0 % ggü. FE)	1.350 (Boost: 1.650+)/7.000 MHz (90 MHz OC)	1.350 (Boost: 1.710+)/7.000 MHz (+4/0 % ggü. FE)
Ausstattung (20 %)	**2,53**	**2,43**	**2,58**
Speichermenge (Anbindung)	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 82 mm axial; Radiatorator bedeckt RAM und VRMs + Backplate inklusive Wärmeleitpads	Nvidia-Referenzdesign (Dual-Slot), Fullsize-Vapor-Chamber, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Backplate inklusive Wärmeleitpads	Eigendesign, 2,5-Slot, 5 Heatp. à 8 mm, 3 × 87 mm axial; Kühlkörper bedeckt nur RAM, teil-profilierte Platte für VRMs; Backplate ohne Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	Aorus Graphics Engine (Tweak-Tool), Treiber	–	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registr. bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Stromadapter: 2×6-auf-8-Pol; Aufkleber	Displayport-auf-DVI-Adapterkabel	2 × Stromadapter: 2×6-auf-8-Pol
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 260 Watt; NV-Link 2.0 für SLI (2-way); Lüfter rotieren ab ~53 °C; Boot/ohne Treiber 0,1 Sone Lautheit; getestet mit Firmware F2	Platine mit 10+3-Phasen; TDP lt. Firmware: 260 Watt; NV-Link 2.0 für SLI (2-way); ohne Treiber im Leerlauf nur 0,1 Sone Lautheit	TDP lt. Firmware: 260 Watt; NV-Link 2.0 für SLI (2-way); Lüfter drehen immer (auch im Leerlauf); Boot/ohne Treiber nur 0,3 Sone Lautheit
Eigenschaften (20 %)	**2,24**	**2,42**	**2,50**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	41/67/67 Grad Celsius	31/76/76 Grad Celsius	30/62/62 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 (passiv)/1,8 (60 %)/1,8 (60 %) Sone	0,8 (41 %)/2,4 (56 %)/2,4 (56 %) Sone	0,8 (35 %)/3,0 (52 %)/3,1 (53 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Überdurchschn. (Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	13/25/21 Watt	15/26/21 Watt	15/25/21 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	78/267/267/269 Watt	82/263/262/267 Watt	79/272/270/274 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+18 %)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+18 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.200 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+17 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 111 % = 290 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 123 % = 320 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 115 % = 300 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	28,7/4,4 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	26,8/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	30,9/4,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,6 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,14**	**1,20**	**1,14**
FAZIT	⊕ Energie-Effizienz; gut eingestellter Kühler ⊖ Nur minimal schneller als Founders Ed.	⊕ Exzellente Verarbeitung; gute Kühlung ⊖ Titanischer Preis	⊕ Garantieoption auf 5 Jahre ⊖ Lautstärke (Leerlauf und Last)
	Wertung: **1,64**	Wertung: **1,69**	Wertung: **1,70**

* Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Turing-Portfolio komplettieren. Laut aktueller Gerüchtelage hat es das Modell auf die Radeon RX 570 abgesehen – ebenfalls mit 4 GiByte Speicher, aber höherer Energieeffizienz. Für einen Test im Rahmen der vorliegenden Zusammenstellung ist es somit natürlich zu spät, der Fokus liegt aber ohnehin auf (etwas teureren) Modellen, denen wir eine bessere Zukunftstauglichkeit zuschreiben.

39 Varianten analysiert

Wir haben in den vergangenen Monaten mehr als 50 Grafikkarten auf Herz und Nieren geprüft. Nicht alle haben es in dieses Testjahrbuch geschafft, entweder weil sie bereits vom Markt verschwunden sind oder weil sie aus Platzgründen besseren Varianten weichen mussten. Aufgeführt sind alle wichtigen Modelle, welche Sie derzeit am Markt vorfinden und die aus unserer Sicht für Spieler geeignet sind.

Wir eröffnen diese Übersicht traditionell bei der 150-Euro-Marke. Entscheiden Sie sich für eine der aufgeführten Grafikkarten, ist Ihr PC in der Lage, die neuesten Spiele mit hohen bis maximalen Details in Full High Definition zu stemmen. Je nach Titel wird es mit 4 GiByte Speicher jedoch zäh, sodass unsere Einsteiger-Empfehlung Radeon RX 570 mit 8 GiByte lautet. Die aufgeführte Sapphire Nitro+ kombiniert diese Kapazität mit einer werkseitigen Übertaktung sowie leisen Kühlung. Wer ein paar Euros drauflegt, kann genauso gut eine Radeon RX 580/8G kaufen, viele Modelle (wie die aufgeführte MSI Armor OC) sind jedoch etwas lauter und nicht fühlbar schneller. Anders sieht das bei der Radeon RX 590 aus. Bei dieser im November 2018 veröffentlichten Grafikkarte handelt es sich um die wohl letzte Verbesserung des Polaris-Chips. Dank optimierter Fertigung erzielen entsprechende Modelle einen höheren Kerntakt und somit circa zehn Prozent höhere Bildraten als RX-580-Grafikkarten – Letztere lassen sich unmöglich auf das Taktniveau der Revision hieven. Entscheiden Sie sich für eine RX 590, erhalten Sie eine solide Mittelklasse-Grafikkarte mit 8 GiByte Speicher, welche schneller ist als Nvidias auslaufende Geforce GTX 1060 6GB; im Mittel wird die neue GTX 1660 (Non-Ti) erreicht. Soll die Grafikkarte leise arbeiten, greifen Sie zur Sapphire RX 590 Nitro+ Special Edition oder tunen Sie die übrigen beiden Vertreter manuell (Undervolting, Lüfterkurve). Spielt die Energie-Effizienz eine übergeordnete Rolle, greifen Sie anstelle einer Radeon RX 590 besser zu einer Geforce GTX 1660 (Ti). Die AMD-Karten sind etwas energiehungriger und rangieren zwischen 200 und 230 Watt, während viele GTX-16-Modelle im Bereich zwischen 120 und 140 Watt agieren.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2080 Phantom GLH	RTX 2080 Game Rock Premium	RTX 2080 ROG Strix OC (O8G)
Hersteller/Website	Gainward (www.gainward.de)	Palit (www.palit.biz)	Asus (www.asus.com/de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 790,-/mangelhaft	Ca. € 780,-/mangelhaft	Ca. € 800,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1893531	www.pcgh.de/preis/1893405	www.pcgh.de/preis/1870864
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.944/184/64	2.944/184/64	2.944/184/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.515 (Boost: 1.875+)/7.000 MHz (+7/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.875+)/7.000 MHz (+7/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.890+)/7.000 MHz (+8/0 % ggü. FE)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,65**	**2,60**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	2× Displayp.1.4a, 2× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot, 5 Heatp. à 8 mm, 3 × 86 mm axial; Kühlblock bedeckt RAM und VRMs + Backplate inkl. Wärmeleitpads – Radiator wie bei Palit GRP	Eigendesign, Triple-Slot, 5 Heatp. à 8 mm, 2 × 95 mm axial; Kühlblock bedeckt RAM und VRMs + Backplate inkl. Wärmeleitpads – Radiator wie bei Gainward GLH	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 88 mm Axiallüfter; Kühlkörper bedeckt VRMs, flache Platte für RAM, Backplate ohne Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	Expertool II (Tweak-Tool), Treiber	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol	–
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 245 Watt; Dual-BIOS (nur 2. BIOS mit stillstehenden Lüftern im Leerlauf); gleiche Custom-Platine wie bei Palit; bewertet mit OC-BIOS	TDP lt. Firmware: 245 Watt; Dual-BIOS (nur 2. BIOS mit stillstehenden Lüftern im Leerl.); gleiche Custom-Platine wie bei Gainward; bewertet mit OC-BIOS	TDP lt. Firmware: 245 W; Dual-BIOS; 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+30 MHz) in GPU Tweak II; LED-Knopf (an/aus); Fan Connect II; bewertet mit P-BIOS
Eigenschaften (20 %)	**2,19**	**2,16**	**2,30**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	30/70/70 Grad Celsius	30/68/68 Grad Celsius	29/64/64 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,1 (33 %)/1,6 (60 %)/1,6 (60 %) Sone	0,1 (35 %)/1,3 (61 %)/1,4 (62 %) Sone	0,1/2,1/2,2 Sone (Perf.) — 0,0/0,8/1,0 Sone (Quiet)
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Überdurchschn. (Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Überdurchschn. (Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	12/19/17 Watt	12/19/17 Watt	11/21/17 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	66/227/252/259 Watt	66/229/250/257 Watt	65/222/255/262 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.055 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.100 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+16 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 130 % = 320 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 130 % = 320 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 125 % = 307 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	29,3/5,2 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	29,3/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	30,0/4,9 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,4 × 11,5 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 11,5 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	28,5 × 12,0 (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,63**	**1,63**	**1,63**
FAZIT	⊕ Dual-BIOS; Lautheit; max. Powerlimit ⊖ Lüfter rotieren im Leerlauf (OC-BIOS)	⊕ Dual-BIOS; Lautheit; max. Powerlimit ⊖ Lüfter rotieren im Leerlauf (OC-BIOS)	⊕ Dual-BIOS, 2× HDMI; LED-Knopf ⊖ Relativ hoher Preis
	Wertung: **1,94**	Wertung: **1,94**	Wertung: **1,96**

*Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

QUIET

OHNE ES BETONEN ZU MÜSSEN

CX-M 450W

- Erhältlich mit 450/550/650/750 und 850 Watt
- Temperaturgesteuerter Lüfter für einen leisen Betrieb
- Teilmodulare Kabel

80 PLUS BRONZE · 5 JAHRE

TX-M 550W

- Erhältlich mit 550/650/750 und 850 Watt
- Leiser 120-mm-Lüfter
- 100% japanische Kondensatoren
- Teilmodulare Kabel

80 PLUS GOLD · 7 JAHRE

RMx 650W

- Erhältlich mit 550/650/750/850 und 1000 Watt
- Zero RPM-Lüftermodus für einen nahezu geräuschlosen Betrieb
- 100% japanische Kondensatoren
- Vollmodulare Kabel

80 PLUS GOLD · 10 JAHRE

www.corsair.com

CORSAIR

EUROPEAN HARDWARE COMMUNITY AWARDS 2018
BEST POWER SUPPLIES
Corsair

Raytracing am Beispiel von Battlefield 5

Das Hauptmerkmal der Geforce-RTX-2000-Grafikkarten ist ihre Fähigkeit zu Echtzeit-Raytracing. Damit ist erstmals realitätsnahe Beleuchtung in Spielen möglich, allerdings muss die Funktion aufwendig integriert werden. In Battlefield 5, einem der ersten Raytracing-Spiele, ist die Neuerung besonders sehenswert, hier sind RTX-Grafikkarten zu realistischen Spiegelungen in der Lage. Wollten Sie schon immer einen Sniper sehen, der hinter Ihnen campt? Das ist nun möglich.

RTX-Effekte (Raytracing-Reflexionen) an

RTX-Effekte (Raytracing-Reflexionen) aus

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2080 Gaming OC 8G	RTX 2080 Duke 8G OC	RTX 2080 Dual OC (O8G)
Hersteller/Website	Gigabyte (www.gigabyte.de)	MSI (https://de.msi.com)	Bezugsquelle: Alternate.de; Hersteller: Asus
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 760,-/mangelhaft	Ca. € 800,-/mangelhaft	Ca. € 760,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1870888	www.pcgh.de/preis/1870893	www.pcgh.de/preis/1870868
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.944/184/64	2.944/184/64	2.944/184/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.515 (Boost: 1.815+)/7.000 MHz (+3/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.860+)/7.000 MHz (+6/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.785+)/7.000 MHz (+2/0 % ggü. FE)
Ausstattung (20 %)	**2,58**	**2,60**	**2,65**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 DT-Heatpipes à 6 mm, 3 × 82 mm axial; Kühlkörper bedeckt RAM und VRMs + Backplate inklusive Wärmeleitpads	Eigendesign, 2,5-Slot, 5 Heatp. à 6 mm, 3 × 85 mm axial; Kühlk. bedeckt VRMs, Platte für RAM (kein Kontakt zum Radi), Backplate inkl. Wärmeleitpads	Eigendesign, Triple-Slot, große Vapor-Chamber, 2 × 88 mm axial, Kühlkörper bedeckt Speicher und VRMs; Backplate ohne Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	Aorus Graphics Engine (Tweak-Tool), Treiber	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Faltblatt (dt.); 3 Jahre ab Hst. (4 nach Registrierung)	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	–	Haltestrebe (Bracket); Getränkeuntersetzer (Pappe)	–
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 225 Watt; „OC Mode" (+15 MHz) in Aorus-Tool; Lüfter rotieren ab ~60 °C, NV-Link 2.0 für SLI (2-way)	TDP lt. Firmware: 245 Watt; alle Lüfter rotieren erst ab ~63 °C; NV-Link 2.0 für SLI (2-way)	TDP lt. Firmware: 225 Watt; 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+30 MHz) im Tool GPU-Tweak II; Lüfter rotieren ab ~56 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,13**	**2,26**	**2,18**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	39/66/66 Grad Celsius	38/73/73 Grad Celsius	30/72/72 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 (passiv)/1,1 (46 %)/1,1 (46 %) Sone	0,0 (passiv)/1,8 (57 %)/1,9 (58 %) Sone	0,0 (passiv)/1,5 (49 %)/1,6 (50 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	12/22/17 Watt	12/22/15 Watt	11/21/16 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	72/219/220/227 Watt	68/220/257/263 Watt	69/225/224/226 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+12 %)	~2.050 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)	~2.050 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+15 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.100 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+16 %)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 108 % = 245 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 104 % = 256 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 120 % = 270 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	28,7/4,4 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	31,4/3,8 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	26,8/5,3 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,6 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,7 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,69**	**1,66**	**1,69**
FAZIT	⊕ Gelungenes Gesamtpaket; Garantieoption ⊖ Geringes maximales Powerlimit	⊕ Gelungenes Gesamtpaket ⊖ Sehr lang	⊕ Guter Kühler; 3 Jahre Garantie ⊖ Werkseitig nur leicht übertaktet
	Wertung: **1,96**	Wertung: **1,97**	Wertung: **1,98**

* Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Geforce GTX 1660 & GTX 1660 Ti: Gestatten, Turing „Light"

Zwischen 200 und 300 Euro erhalten Sie neuerdings Produkte mit Nvidias aktueller Turing-Architektur, allerdings abgespeckt.

Als Nvidia seine Turing-Architektur im Spätsommer 2018 vorstellte, drehte sich alles um die Zukunft des PC-Gamings. Echtzeit-Raytracing und KI-gestützte Bildglättung (DLSS) sollten die Qualität auf ein bisher ungekanntes Niveau hieven. Monate später stehen zwei Spiele bereit, welche zumindest von RTX profitieren. Da die entsprechenden GPU-Schaltungen viel Platz benötigen und somit hohe Fertigungskosten verursachen, entschied sich Nvidia, für die günstigere Mittelklasse darauf zu verzichten – die Geforce RTX 2060 ist das kleinste Modell, das RTX und DLSS beherrscht. Die GTX 1660 Ti und GTX 1660 (man beachte das „GTX" anstelle von „RTX") erreichen hingegen gute Leistungswerte bei (ab) 120 Watt Leistungsaufnahme, eignen sich aber nicht zum Hineinschnuppern in die neue Welt. Die Geforce GTX 1660 ist vergleichbar schnell wie eine Radeon RX 590, verfügt aber nur über 6 anstelle von 8 GiByte Speicher.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2080 AMP	RTX 2080 Gaming Pro OC	RTX 2080 Founders Edition
Hersteller/Website	Zotac (www.zotac.com)	Palit (www.palit.biz)	Nvidia (www.nvidia.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 770,-/mangelhaft	Ca. € 740,-/mangelhaft	Ca. € 850,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1870908	www.pcgh.de/preis/1870899	www.nvidia.com/de-de/geforce/20-series
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)	RTX 2080; TU104-400A (12 nm FFN)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.944/184/64	2.944/184/64	2.944/184/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.515 (Boost: 1.830+)/7.000 MHz (+4/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.815+)/7.000 MHz (+3/0 % ggü. FE)	1.515 (Boost: 1.755+)/7.000 MHz (90 MHz OC)
Ausstattung (20 %)	**2,58**	**2,60**	**2,58**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 5 Heatpipes à 8 mm, 3 × 87 mm axial; Kühlk. bedeckt nur RAM, teil-profilierte Platte für VRMs; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, Dual-Slot, 5 Heatpipes à 6 mm, 2 × 85 mm axial; Kühlblock bedeckt RAM und VRMs + Backplate inklusive Wärmeleitpads	Nvidia-Referenzdesign (Dual-Slot), Fullsize-Vapor-Chamber, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Backplate inklusive Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber	–
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre (5 nach Reg. bei Zotac)	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	2 × Stromadap.: 2×Molex-auf-6-Pol + 2×6-auf-8-Pol	–	Displayport-auf-DVI-Adapterkabel
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 225 Watt; Lüfter rotieren immer (auch im Leerlauf); NV-Link 2.0 für SLI (2-way)	TDP lt. Firmware: 225 Watt; Lüfter drehen immer (auch im Leerlauf); NV-Link 2.0 für SLI (2-way)	TDP lt. Firmware: 225 Watt; PCB mit 10+3-Phasen-VRMs; NV-Link 2.0 für SLI (2-way); ohne Treiber im Leerlauf nur 0,1 Sone Lautheit
Eigenschaften (20 %)	**2,29**	**2,37**	**2,31**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	29/63/63 Grad Celsius	30/73/73 Grad Celsius	30/72/72 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,4 (29 %)/2,2 (50 %)/2,2 (50 %) Sone	0,1 (30 %)/2,5 (62 %)/2,5 (62 %) Sone	0,8 (41 %)/1,9 (50 %)/1,9 (50 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	12/22/17 Watt	11/21/16 Watt	12/21/16 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	66/229/228/235 Watt	66/232/234/238 Watt	68/224/224/225 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+12 %)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+12 %)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+16 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.400 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+20 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 111 % = 250 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 113 % = 255 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 124 % = 280 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	30,9/4,7 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	29,4/3,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	26,8/3,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 10,2 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,69**	**1,69**	**1,76**
FAZIT	⊕ Lange Herstellergarantie ⊖ Lautheit & Länge	⊕ Schneller als Nvidia FE; relativ günstig ⊖ Lautheit unter Last	⊕ Starker Kühler; DVI-Adapterkabel ⊖ Relativ hoher Preis
	Wertung: **1,99**	Wertung: **2,01**	Wertung: **2,03**

*Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Für Enthusiasten: MSI Geforce RTX 2080 Ti Gaming X Trio

Es mag kurios klingen, aber eine hochgezüchtete Geforce RTX 2080 Ti kann tatsächlich ein Spartipp für PC-Enthusiasten sein – nämlich dann, wenn die Leistung einer Titan RTX gefragt, aber das Budget dafür aus naheliegenden Gründen nicht greifbar ist. Die MSI Geforce RTX 2080 Ti Gaming X Trio führt mit Recht die aktuelle PCGH-Grafikkartenrangliste an, denn sie vereint die Leistung des Titanen mit einer geringeren Lautstärke. Das erreicht MSI durch großen Materialeinsatz und die „Kraft der 3": Triple-Slot-Kühlung, Triple-Belüftung und 300 Watt Energiebudget ergeben eine kräftige Melange. So erreicht die Gaming X Trio einen Mindest-Boost von 1.800 MHz; Nvidias Founders Edition fällt auf bis zu 1.650 MHz. Dank großer Kühlfläche erzeugt der MSI-Kühler unter Last eine maximale Lautheit von 1,6 Sone bei höchstens 72 °C (Leerlauf: passiv) – hier ist noch Luft für Silent-Fetischisten. Einziger Wermutstropfen: Zwar ist der Preis weit entfernt von den 2.700 Euro einer Titan RTX, gut die Hälfte müssen Interessenten jedoch berappen.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2070 Gaming Z 8G	Radeon VII	RTX 2070 Gaming OC 8G
Hersteller/Website	MSI (https://de.msi.com)	AMD (www.amd.com/de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 580,-/ausreichend	Ca. € 750,-/mangelhaft	Ca. € 560,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1908078	www.pcgh.de/preis/1975525	www.pcgh.de/preis/1908189
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2070; TU106-400A (ID: 1F07); 12 nm FFN	Radeon VII; Vega 20 XT (7 nm FF)	RTX 2070; TU106-400A (ID: 1F07); 12 nm FFN
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.304/144/64	3.840/240/64	2.304/144/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	25/350 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.410 (Boost: 1.905+)/7.001 MHz (+15/0 % OC)	1.680+ (max. Boost: 1.802)/1.000 MHz (kein OC)	1.410 (Boost: 1.860+)/7.001 MHz (+13/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,63**	**2,30**	**2,58**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	16.384 MiByte (4.096 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	High Bandwidth Memory gen2	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b	3× Displayp. 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatpipes (1 × 8, 5 × 6 mm), 2 × 95 mm axial; Kühlk. bedeckt VRMs; flache Platte für RAM; Backplate inkl. Wärmeleitpads	AMD-Referenzdesign, Dual-Slot, Vapor-Chamber, 3 × 75 mm axial, Kühlkörper bedeckt HBM und Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, Dual-Slot, 4 Direct-Touch-Heatpipes à 6 mm, 3 × 77 mm axial; Kühlkörper bedeckt GPU, RAM und VRMs; Backplate inkl. Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber	–	Aorus Graphics Engine (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum	Je nach Hersteller; 2 bis 3 Jahre	Faltblatt (dt.); 3 Jahre ab Hst. (4 nach Registrierung)
Kabel/Adapter/Beigaben	Haltestrebe (Bracket); Getränkeuntersetzer (Pappe)	Je nach Hersteller	–
Sonstiges	TDP 225 Watt; Lüfter rotieren ab ~63 °C; beim Overclocking kaum powerlimitiert; Lüfter laufen asynchron (rechts von I/O-Blende = langsamer)	ASIC-Power (GPU + HBM): 250 Watt; Board Power: 300 Watt; Lüfter drehen immer; rote Beleuchtung	TDP: 215 Watt; 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+15 MHz) im Tool Aorus Engine; Lüfter rotieren ab ~58 °C; getestet mit Firmware F8 von Herstellerwebsite
Eigenschaften (20 %)	**2,16**	**2,39**	**2,21**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	37/69/69 Grad Celsius	30/77/77 Grad Celsius	39/74/74 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 (passiv)/1,1 (50 %)/1,1 (50 %) Sone	0,1 (22 %)/5,7 (60 %)/5,7 (60 %) Sone	0,0 (passiv)/2,4 (68 %)/2,4 (68 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab vierstelligen Fps)	Normal (Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreist. Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab vierstelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	11/20/15 Watt	11/17/12 Watt	12/20/15 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	65/205/232/238 Watt	89/221/303/308 Watt	62/203/223/227 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+9 %)	~1.850 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~2.085 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+11 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~8.200 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+17 %)	~1.200 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+14 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 111 % = 250 Watt)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,46 Volt), Powerl. bis +20 %	Ja (GPU; Powerlimit bis 130 % = 280 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	29,5/4,8 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	26,7/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	28,0/3,3 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	29,5 × 12,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,7×10,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,5 × 9,9 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,96**	**1,98**	**1,99**
FAZIT	⊕ Schnellste und leiseste 2070 im Vergleich ⊖ Hoher Preis	⊕ 16 GiB RAM, sehr hohe Rechenleistung ⊖ Unnötig laute Belüftung; Energieeffizienz	⊕ Hohes max. Powerlimit; Garantieoption ⊖ Relativ schwacher Kühler
	Wertung: **2,13**	Wertung: **2,13**	Wertung: **2,15**

* Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Im Preissegment um 300 Euro wird es kniffelig, denn hier warten einige stark unterschiedliche Modelle auf ein neues Zuhause. Da wäre die bereits genannte Geforce GTX 1660 Ti, welche ab 260 Euro zu haben ist. Ergattern Sie ein Modell für diesen Preis, ist die fehlende werkseitige Übertaktung verschmerzbar, das Preis-Leistungs-Verhältnis ist gut. Die hochgezüchteten Varianten jenseits der 300-Euro-Marke sind jedoch weniger empfehlenswert, denn um 340 Euro warten bereits Einsteigerversionen der RTX 2060 auf Käufer. Hierbei handelt es sich um die kleinste Grafikkarte, welche alle Turing-Funktionen beherrscht. Falls Sie in die „Zukunft des PC-Gamings" hineinschnuppern möchten – gemeint ist Hybrid-Raytracing in den ersten Spielen –, ist eine Geforce RTX 2060 Ihre Eintrittskarte. Obwohl die Nvidia-Partner einige gelungene, leise wie schnelle Designs erschaffen haben, können wir dieses Modell nicht ohne Bauchschmerz empfehlen. Ursächlich ist Nvidias Entscheidung, der Geforce RTX 2060 nur 6 GiByte Speicher auf den Weg zu geben. Bereits 2016 erschienen die ersten Spiele, welche mit dieser Kapazität Probleme bekamen, und ihre Anzahl ist seitdem gestiegen. Pikant ist, dass Raytracing und DLSS, die von Nvidia vollmundig beworbenen RTX-Funktionen, zusätzlichen Speicher benötigen, sodass die RTX 2060 bereits am Anfang ihres Lebenszyklus in die Bredouille kommen kann und kommt. Falls Sie bestenfalls in Full HD spielen, kommt eine Geforce RTX 2060 mit einem blauen Auge davon, ab WQHD/1440p nehmen die Effekte des Speichermangels zu. Kurz: Wenn Zukunftstauglichkeit ganz oben auf Ihrer Liste steht, sollten Sie sich besser im 500-Euro-Segment umsehen. Dazu gleich mehr.

Neben den genannten Geforce-Modellen buhlt auch die Radeon RX Vega 56 um die Gunst der Aufrüster. Spar-Varianten mit schwacher Kühlung und Referenztakt sind immer wieder für circa 270 Euro erhältlich. Rein auf die Bildraten bezogen, ist das kaum zu schlagen. Allerdings erzeugen die „Blower"-Kühler eine hohe Lautheit unter Last und sind dennoch nicht in der Lage, die Komponenten kühl zu halten. Mit einem Budget um 300 Euro müssen Sie sich folglich zwischen mehreren Restriktionen entscheiden. Wer kann, erschlägt das Problem mit Geld und greift zu einer Geforce RTX 2070. Noch etwas Geduld, dazu kommen wir gleich.

Die Speicherkapazität gehört zu den diskussionswürdigsten Punkten einer Grafikkarte. Das liegt vor allem daran, dass sich der tatsächliche Bedarf moderner Spiele nur schwer einschätzen lässt. Vor einigen Jahren war die Sachlage

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2070 ROG Strix OC (O8G)	RTX 2070 (Twin Fan)	RTX 2070 Mini
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	Bezugsquelle: Zed-up.de; Hersteller: Manli	Bezugsquelle: Alternate.de; Hersteller: Zotac
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 580,-/ausreichend	Ca. € 490,-/ausreichend	Ca. € 500,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1907931	www.pcgh.de/preis/1981284	www.pcgh.de/preis/1908300
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2070; TU106-400A (ID: 1F07); 12 nm FFN	RTX 2070; TU106-400 (ID: 1F02); 12 nm FFN	RTX 2070; TU106-400 (ID: 1F02); 12 nm FFN
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.304/144/64	2.304/144/64	2.304/144/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.410 (Boost: 1.845+)/7.001 MHz (+12/0 % OC)	1.410 (Boost: 1.650+)/7.001 MHz (kein OC)	1.410 (Boost: 1.665+)/7.001 MHz (kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,55**	**2,45**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Samsung K4Z80325BC-HC14)	14-Gbps-GDDR6 (Samsung K4Z80325BC-HC14)
Monitoranschlüsse	2× Displayp. 1.4a, 2× HDMI 2.0b, 1× Virtual Link 1.0	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× DVI-D	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× DVI-D
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 88 mm Axiallüfter; Kühlkörper bedeckt VRMs, flache Platte für RAM; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2 × 75 mm axial; Kühlkörper bedeckt GPU, RAM und VRMs; keine Backplate	Eigendesign, Dual-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 1 × 100 + 1 × 87 mm axial; Kühlkörper bedeckt GPU, RAM und VRMs; Backplate ohne Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Treiber-DVD	–
Handbuch; Garantie	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Nicht vorhanden; 2 Jahre	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrier. bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder	–	–
Sonstiges	TDP 215 W; Dual-BIOS (P/Q); 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+30 MHz) im Tool GPU-Tweak II; Fan Connect II; LED-Button (an/aus); bew. mit P-BIOS (Std.)	TDP 175 Watt (= Minimum für RTX 2070; Founders Ed.: 185 W); Non-A-GPU; Nvidia-Referenzplatine; Lüfter rotieren immer; beim OC stark powerlimitiert	TDP 175 Watt (= Minimum für RTX 2070; Founders Edition: 185 Watt); Non-A-GPU; Lüfter rotieren immer; beim Overclocking stark powerlimitiert
Eigenschaften (20 %)	**2,18**	**2,10**	**2,32**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	28/61/61 Grad Celsius	33/78/78 Grad Celsius	28/68/68 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,1/2,6/2,6 Sone (Perf.); 0,0/1,1/1,1 Sone (Quiet)	0,1 (29 %)/1,5 (55 %)/1,5 (55 %) Sone	0,5 (34 %)/2,3 (59 %)/2,3 (59 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab vierstelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	11/19/16 Watt	11/19/16 Watt	13/24/21 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	62/196/216/219 Watt	67/174/174/177 Watt	71/174/174/175 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)	~1.950 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+18 %)	~2.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+20 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)	~8.300 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)	~8.400 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+20 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 125 % = 269 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 114 % = 200 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 114 % = 200 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	30,0/4,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	21,2/3,4 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	21,4/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	28,5 × 11,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	18,8 × 9,9 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	18,8 × 9,9 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,99**	**2,12**	**2,12**
FAZIT	⊕ Starker Kühler, Dual-BIOS, LED-Knopf ⊖ Mit Standard-BIOS etwas laut (Q-BIOS = perfekt)	⊕ DVI-Digitalausgang; leise ⊖ Keine OC-Reserven (Kühler/Power)	⊕ DVI-Ausgang; Maße; Garantieoption ⊖ Hörbar im Leerlauf; stark powerlimitiert
	Wertung: **2,16**	Wertung: **2,20**	Wertung: **2,23**

*Windows-Desktop/Spiel/Einstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Oberklasse: Zotac Geforce RTX 2070 AMP Extreme

Die Geforce RTX 2070 ist wahrlich kein Schnäppchen, stellt jedoch aktuell den besten Kompromiss aus Leistung und Preispunkt dar. Wer sich für ein entsprechendes Modell entscheidet, kommt in den vollen Genuss von Raytracing in entsprechend vorbereiteten Spielen, kann auf Wunsch DLSS-Bildglättung zuschalten und muss sich dank hoher Rechenleistung und adäquater 8 GiByte Speicher keine Sorgen um Engpässe machen. Auf der Suche nach der schnellsten Option führt kein Weg an der Zotac RTX 2070 AMP Extreme vorbei. Der Hersteller installiert den effektiv drei Slots hohen Kühler seiner RTX 2080 AMP, um die stattliche Übertaktung souverän zu meistern. Im PCGH-Test rechnet der Kern mit mindestens 1,92 GHz, in den meisten anderen Spielen sind dank niedriger Temperatur beinahe 2 GHz zu verzeichnen – alles bei effizienten 225 Watt (TDP). Einzigartig ist die werkseitige Übertaktung des Speichers, hier kann die AMP Extreme auf 7.201 statt 7.001 MHz zurückgreifen, was sie insgesamt knapp zur schnellsten RTX 2070 macht.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2060 ROG Strix O6G	RX Vega 64 Strix O8G	RTX 2060 Gaming OC Pro 6G
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	Asus (www.asus.com/de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 400,-/ausreichend	Ca. € 390,-/ausreichend	Ca. € 380,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1961629	www.pcgh.de/preis/1664657	www.pcgh.de/preis/1963416
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN	Radeon RX Vega 64; Vega 10 XT A1 (14 nm)	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.920/120/48	4.096/256/64	1.920/120/48
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	26-40/167 MHz (0,762 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.365 (Boost: 1.935+)/7.001 MHz (+9/0 % OC)	1.430+ (max. Boost: 1.630)/945 MHz (+4/0 % OC)	1.365 (Boost: 1.905+)/7.001 MHz (+8/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,68**	**2,43**	**2,73**
Speichermenge (Anbindung)	6.144 MiByte (192 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	2× Displayport 1.4a, 2× HDMI 2.0b	2× Displayport 1.4a, 2× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 88 mm Axiallüfter; Kühlkörper bedeckt VRMs, flache Platte für RAM, Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Kühlkörper bedeckt Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign (Dual-Slot), 4 Heatpipes à 6 mm, 3 × 75-mm-Axiallüfter, Kühlkörper bedeckt Speicher und Spannungswandler; Backplate inkl. Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Aorus Graphics Engine (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	Kabelbinder	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder (Stoff)	–
Sonstiges	TDP 190 W; Dual-BIOS (Q/P); 3 Taktmodi inkl. „OC Mode" (+30 MHz) in GPU Tweak II; LED-Knopf (an/aus); Fan Connect II; bewertet mit Q-BIOS	Dual-BIOS; getestet mit „Performance"-BIOS (260 W, max. 1.620 U/Min, Temp. Target 78 °C); Spannungsmesspunkte; Fan Connect II	TDP lt. Firmw.: 190 Watt; Lüfter rotieren ab ~58 °C; kein Virt.-Link (USB-Typ C); kein NV-Link; ohne Treiber aktiv bei 0,1 Sone Lauth.; getestet mit Firmware F1
Eigenschaften (20 %)	**1,97**	**2,24**	**2,08**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	39/64/64 Grad Celsius	40/77/77 Grad Celsius	36/66/66 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0/1,0/1,1 Sone (Quiet) — 0,1/1,9/2,0 Sone (Perf.)	0,0 Sone (passiv)/2,2 S mit P-BIOS, 1,7 S mit Q-BIOS	0,0 (passiv)/1,4 (57 %)/1,4 (58 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	11/19/16 Watt	12/21/12,5 Watt	9/15/12 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	108/179/194/197 Watt	-/313/318/318 Watt	104/178/189/191 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.100 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+9 %)	~1.650 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~2.085 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+9 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)	~1.100 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 125 % = 238 Watt)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU; Powerlimit bis 113 % = 215 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	30,0/4,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal ausgeführt)	30,0/4,7 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	28,1/3,4 cm; 1 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)
Platinenmaße (Länge × Breite)	28,5 × 11,7 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	28,0 × 12,7 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,4 × 9,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,38**	**2,41**	**2,38**
FAZIT	⊕ Leiseste, kühlste & vielseitigste RTX 2060 ⊖ Maße (Gehäuse ausmessen)	⊕ 8 GiByte; leiseste luftgekühlte Vega 64; Spezialfunktionen ⊖ Leistungsaufnahme	⊕ Gehört zu den leisesten und kühlsten Modellen ⊖ 6 GiByte nicht zukunftssicher
	Wertung: **2,36**	Wertung: **2,38**	Wertung: **2,39**

* Windows-Desktop/Spiel/Einstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

noch einfach: Genügte der Speicher nicht, mussten große Datenbrocken in den Hauptspeicher ausgelagert werden und die Leistung brach dramatisch ein. Heutzutage, mit modernen Streaming-Systemen in allen populären Game-Engines, wird das durch feinkörnigen Umgang mit den Daten so gut es geht vermieden. Passen einzelne Daten, etwa Texturen, nicht in den lokalen Speicher der Grafikkarte, wird zunächst eine niedriger auflösende Variante ebendieser Textur angezeigt und kurze Zeit später, nach selektivem „Aufräumen" des Speichers, auf die volle Auflösung gewechselt. Je nachdem, wie gravierend die Speicherprobleme sind, desto subtiler erfolgt dieser Tausch. Moderne Spiele werden bei Speichermangel folglich erst hässlich(er) und erst bei deutlicher Überschreitung der Kapazität wirklich ruckelig. Diese Erfahrung hat PC Games Hardware in den vergangenen Monaten immer wieder gemacht und kommt daher zu einem deutlichen Schluss: Wer wirklich kompromisslos in Full HD und WQHD spielen möchte, sollte eine Grafikkarte mit mindestens 8 GiByte kaufen. Das führt automatisch zur nächsten Preiskategorie – besagte Schnäppchen auf Basis der RX Vega 56 ausgenommen.

Das obere Ende

Wer eine möglichst schnelle Grafikkarte sucht, kommt kaum um Nvidias Turing-Offerten herum. Den Anfang, mit Startpreisen knapp unter 500 Euro, macht die Geforce RTX 2070. Dieses Modell hat sich in den PCGH-Tests als der Star unter den RTX-Karten erwiesen: Die RTX 2070 ist im Angesicht ihrer sehr teuren Geschwister relativ günstig, mindestens so schnell wie eine Geforce GTX 1080, energieeffizient und stets mit angemessenen 8 GiByte Speicher bestückt. Damit tritt sie in die großen Fußstapfen der GTX 1070, welche 2016 als Modell ohne Sollbruchstelle erschien und diesen Ruf bis heute festigt. Fünf RTX-2070-Karten für verschiedene Ansprüche warten in der Testtabelle darauf, von Ihnen begutachtet zu werden. Wer etwas mehr Geld investieren kann und möchte, für den kommt eine RTX 2080 infrage. Diese ist zwischen 15 und 20 Prozent schneller als die RTX 2070, allerdings meist überproportional teurer, obwohl sie die gleiche Speicherkapazität und keine weiteren Funktionen bietet. Eine starke Alternative zu den genannten RTX-Karten erschien just mit der Radeon VII: AMD fertigt seinen Vega-Chip neuerdings im topmodernen 7-nm-Verfahren und nutzt diesen Schritt für einige Verbesserungen gegenüber den bekannten RX-Karten Vega 56 und Vega 64. Zu den Highlights der Radeon VII gehören ihr großzügiger Speicher von 16 GiByte und die sehr hohe Rechenleistung im Pro-

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RTX 2060 XC Ultra	RTX 2060 Gaming Z 6G	RTX 2060 Phoenix GS
Hersteller/Website	EVGA (de.evga.com)	MSI (https://de.msi.com)	Gainward (www.gainward.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 410,-/ausreichend	Ca. € 400,-/ausreichend	Ca. € 360,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1963447	www.pcgh.de/preis/1963336	www.pcgh.de/preis/1962102
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.920/120/48	1.920/120/48	1.920/120/48
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,718 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.365 (Boost: 1.905+)/7.001 MHz (+8/0 % OC)	1.365 (Boost: 1.920+)/7.001 MHz (+8/0 % OC)	1.365 (Boost: 1.920+)/7.001 MHz (+8/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,70**	**2,78**
Speichermenge (Anbindung)	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)	14-Gbps-GDDR6 (Micron MT61K256M32JE-14)
Monitoranschlüsse	2× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× DVI-D	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b	1× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× DVI-D
Kühlung	Eigendesign (Dual-Slot), 3 Heatpipes à 8 mm, 2 × 86-mm-Axiallüfter, Kühlkörper bedeckt nur GPU; flache Grundplatte für RAM & VRMs; keine Backplate	Eigendesign (2,5-Slot), 4 Heatp. à 6 mm, 2 × 85 mm axial, Kühlkörper bedeckt nur GPU; flache Kühlplatte für RAM & VRMs; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign (Dual-Slot), 4 Heatpipes à 6 mm, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Kühlkörper bedeckt GPU, RAM und Spannungswandler; keine Backplate
Software/Tools/Spiele	–	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber	Expertool II (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (dt.); 3 Jahre ab Kaufdatum + Opt. auf mehr	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Herstellungsdatum	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	–	Getränkeuntersetzer aus Pappe	–
Sonstiges	TDP lt. Firmware: 190 Watt; Lüfter rotieren ab ~61 °C; kein NV-Link; kein Virtual-Link (USB-Typ C); bootet mit kurzfristig aktiver Belüftung	TDP lt. Firmware: 190 Watt; Lüfter rotieren ab ~63 °C; überbreites Custom-PCB mit 5+2 Phasen; kein NV-Link; kein Virtual-Link (USB-Typ C)	TDP lt. Firmware: 190 Watt; Lüfter rotieren immer; kein NV-Link; kein Virtual-Link (USB-Typ C); bewertet mit Januar-2019-Firmware
Eigenschaften (20 %)	**2,20**	**2,20**	**2,19**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	39/68/68 Grad Celsius	40/67/67 Grad Celsius	29/66/66 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 (passiv)/1,9 (54 %)/2,0 (55 %) Sone	0,0 (passiv)/1,6 (47 %)/1,6 (48 %) Sone	0,1 (29 %)/2,4 (58 %)/2,4 (58 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	11/17/15 Watt	11/17/15 Watt	10/17/14 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	108/178/191/194 Watt	105/180/196/198 Watt	104/174/189/191 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~2.085 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+9 %)	~2.085 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+9 %)	~2.025 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+5 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)	~7.900 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+13 %)	~8.000 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU; Powerlimit bis 114 % = 217 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 105 % = 200 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 118 % = 225 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	26,8/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	24,7/4,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	23,5/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)
Platinenmaße (Länge × Breite)	19,0 × 9,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	21,4 × 11,5 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	19,0 × 9,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,38**	**2,38**	**2,38**
FAZIT	⊕ DVI-Digitalausgang; Garantieoptionen ⊖ Speicherkapazität nicht zukunftssicher	⊕ Sehr schnell; starker Kühler ⊖ Geringes maximales Powerlimit	⊕ DVI-Digitalausgang; hohes Powerlimit ⊖ Könnte leiser sein
	Wertung: **2,40**	Wertung: **2,41**	Wertung: **2,42**

*Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Mittelklasse: Sapphire Radeon RX 590 Nitro+ Special Edition

Wer im Angesicht des hohen Preisniveaus aktueller Grafikkarten nur den Kopf schütteln kann, den wird diese Nachricht freuen: Es gibt Alternativen! Selbstverständlich erhalten Sie für weniger Geld auch weniger Leistung und einen abgespeckten Funktionsumfang, zum Glücklichsein reicht das in vielen Fällen jedoch allemal. Damit die Freude möglichst lange anhält, sollten Sie ein Modell erwählen, das nicht schon zum Kaufzeitpunkt überfordert ist. Wir raten Spielern mit der Ambition, alle neuen Titel zu zocken, daher mindestens zu einer mit 8 GiByte bestückten Radeon RX 580. Noch etwas flinker ist die preislich ebenso attraktive RX 590, von der es verschiedene Varianten gibt. Die zugleich schnellste und leiseste Version kommt aus den Werken des Herstellers Sapphire. Dank ihres werkseitig übertakteten Speichers (4.200 statt 4.000 MHz) schlägt sie die Karten anderer Hersteller knapp, der wahre Vorteil liegt jedoch in der guten Kühlung: Beim Spielen erzeugt die Nitro+ SE nur 1,6 Sone Lautheit, mit dem sekundären BIOS sogar nur 1,1 Sone.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX Vega 56 Strix O8G	RTX 2060 AMP	RTX 2060 Founders Edition
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	Zotac (www.zotac.com)	Nvidia (www.nvidia.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 420,-/ausreichend	Ca. € 370,-/ausreichend	Ca. € 370,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1742116	www.pcgh.de/preis/1961792	www.nvidia.com/de-de/geforce/20-series
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	Radeon RX Vega 56; Vega 10 XL A1 (14 nm)	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN	RTX 2060; TU106-200A-KA (ID: 1F08); 12 nm FFN
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	3.584/224/64	1.920/120/48	1.920/120/48
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	27–41/167 MHz (0,7813 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)	300/405 MHz (0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.430+ (max. Boost: 1.590)/800 MHz (+14/0 % OC)	1.365 (Boost: 1.860+)/7.001 MHz (+5/0 % OC)	1.365 (Boost: 1.770+)/7.001 MHz (kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,43**	**2,60**	**2,63**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	14-Gbps-GDDR6 (Samsung K4Z80325BC-HC14)	14-Gbps-GDDR6 (Samsung K4Z80325BC-HC14)
Monitoranschlüsse	2× Displayport 1.4a, 2× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3× Displayport 1.4a, 1× HDMI 2.0b	2× DP 1.4a, 1× HDMI 2.0b, 1× DVI-D, 1× V. Link 1.0
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Kühlkörper bedeckt Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign (Dual-Slot), 3 Heatpipes à 6 mm, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Kühlkörper bedeckt Speicher und Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Referenzdesign (Dual-Slot), 2 Heatpipes à 8 mm, 2 × 85-mm-Axiallüfter, Sandwich-Design mit Grundplatte für RAM & VRMs; Backplate inkl. Wärmeleitpads
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	–	–
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrier. bei Zotac)	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre ab Kaufdatum
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder (Stoff)	–	–
Sonstiges	Dual-BIOS; getestet mit „Performance"-BIOS (260 W, max 1.620 U/Min, TT 78 °C); Spannungsmesspunkte; Fan Connect II; Lüfter rotieren ab ~52 °C	TDP 170 Watt; Lüfter rotieren immer; kein NV-Link; kein Virtual-Link; beim Booten bzw. ohne Treiber 0,4 Sone Lautheit; mit 60 % PWM unter Last 2,1 Sone	TDP lt. Firmware: 160 Watt; Lüfter rotieren immer; kein NV-Link; beim Booten bzw. ohne Treiber nur 0,2 Sone Lautheit
Eigenschaften (20 %)	**2,20**	**2,33**	**2,12**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	40/77/77 Grad Celsius	29/68/68 Grad Celsius	29/68/68 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 Sone (passiv)/2,0 S im P-Mode, 1,5 S im Q-Mode	0,5 (40 %)/3,1 (69 %)/3,2 (70 %) Sone	0,4 (32 %)/1,4 (45 %)/1,4 (45 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	11/19/12 Watt	11/20/17 Watt	10/17/15 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	-/307/311/313 Watt	109/167/169/172 Watt	107/161/161/163 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~1.650 MHz mit man. Optim. (Offset, Volt., Lüfter)	~2.050 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+10 %)	~2.070 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+17 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~950 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~8.300 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)	~8.300 MHz mit 100 % Power/Voltage/Fan (+19 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU; Powerlimit bis 111 % = 190 Watt)	Ja (GPU; Powerlimit bis 118 % = 190 Watt)
Länge/Breite Karte; Stromstecker	30,0/4,7 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	21,5/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal ausgeführt)	23,0/3,4 cm; 1 × 8-Pol (horizontal ausgeführt)
Platinenmaße (Länge × Breite)	28,5 × 12,7 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	19,0 × 9,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	19,0 × 9,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,51**	**2,41**	**2,48**
FAZIT	⊕ 8 GiByte; DVI-Port; mit Quiet-BIOS leise … ⊖ … mit dem Performance-BIOS nicht	⊕ Energie-Effizienz; kompakte Maße ⊖ Lautheit; Speicherkapazität	⊕ DVI-Digitalausgang + Virtual-Link ⊖ Speicherkapazität nicht zukunftssicher
	Wertung: **2,43**	Wertung: **2,43**	Wertung: **2,44**

* Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Empfehlungen: Die richtige Grafikkarte für Ihren Bildschirm

Auflösung	Megapixel	Seitenverhältnis	Empfohlener Grafikspeicher	Empfohlene Grafikkarten
1.680 × 1.050	1,76	16:10	4.096+ MiByte	Radeon RX 570, Geforce GTX 1050 Ti OC
1.920 × 1.080 (Full HD)	2,07	16:9	4.096+ MiByte	Radeon RX 580, Geforce GTX 1650 OC
1.920 × 1.200	2,30	16:10	4.096+ MiByte	Radeon RX 580, Geforce GTX 1650 OC
2.560 × 1.080	2,76	21:9	6.144/8.192 MiByte	Radeon RX 590, Geforce GTX 1660
2.560 × 1.440 (WQHD)	3,69	16:9	6.144/8.192 MiByte	Radeon RX Vega 56, Geforce RTX 2060
2.560 × 1.600	4,10	16:10	6.144/8.192 MiByte	Radeon RX Vega 56, Geforce RTX 2060
3.440 × 1.440 (UWQHD)	4,95	21:9	8.192+ MiByte	Geforce RTX 2070, Radeon RX Vega 64
3.840 × 1.600	6,14	24:10	8.192+ MiByte	Geforce RTX 2070, Radeon RX Vega 64
3.840 × 2.160 (Ultra HD)	8,29	16:9	8.192+ MiByte	Geforce RTX 2080 (Ti), Radeon VII OC
4.096 × 2.160	8,85	17:9	8.192+ MiByte	Geforce RTX 2080 (Ti), Radeon VII OC
5.120 × 2.880	14,75	16:9	11.264+ MiByte	Geforce RTX 2080 Ti OC, Titan RTX
7.680 × 4.320	33,18	16:9	24.576 MiByte	Titan RTX (Max-OC)

Je höher die Auflösung, desto mehr Arbeit für die GPU und desto mehr Daten fallen für die Bildpuffer an. Moderne Spiele belegen davon unabhängig viel Speicher für Texturdaten, daher sollte eine Grafikkarte für maximale Details in aktuellen Spielen mindestens 6 GiByte besitzen. Die derzeit populären Standards haben wir mit ihren Kürzeln versehen.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX Vega 64 Red Devil	RX Vega 56 Red Devil	RX 590 Nitro+ Special Edition
Hersteller/Website	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 550,-/ausreichend	Ca. € 500,-/ausreichend	Ca. € 240,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1735120	www.pcgh.de/preis/1735174	www.pcgh.de/preis/1926421
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	Radeon RX Vega 64; Vega 10 XT (14 nm)	Radeon RX Vega 56; Vega 10 XL (14 nm)	Radeon RX 590; Polaris 30 XT (12 nm LP)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	4.096/256/64	3.584/224/64	2.304/144/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	27–40/167 MHz (0,825 VGPU)	27–41/167 MHz (0,7937 VGPU)	300/400 MHz (0,800 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.430+ (max. Boost: 1.630)/945 MHz (+4/0 % OC)	1.480+ (max. Boost: 1.590)/800 MHz (+18/0 % OC)	1.510+ (max. Boost: 1.560)/4.200 MHz (+3/+5 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,70**	**2,48**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)
Monitoranschlüsse	2× Displayport 1.4a, 2× HDMI 2.0b	2× Displayport 1.4a, 2× HDMI 2.0b	2× Displayport 1.4, 2× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatpipes (2 × 8, 4 × 6 mm), 3 × 87 mm axial, Kühlkörper bedeckt Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatpipes (2 × 8, 4 × 6 mm), 3 × 87 mm axial, Kühlkörper bedeckt Spannungswandler; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, 2,5-Slot, 4 Heatp. (2 × 8, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator kontaktiert Spannungsw. und Speicher; Backpl. inkl. Wärmeleitpads hinter VRMs
Software/Tools/Spiele	Treiber	Treiber	Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Upd. etc.)	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Upd. etc.)	–
Sonstiges	Triple-BIOS (zwei mit weniger Takt/Power/Lüftung); bewertet mit „OC"-BIOS (260 W ASIC, Temp. Target 70 °C); Lüfter drehen ab ~58 °C	Triple-BIOS (zwei mit weniger Takt/Power/Lüftung); getestet mit „OC"-BIOS (260 W ASIC, Temp. Target 70 °C); Lüfter drehen ab ~58 °C	Dual-BIOS: Gaming (75 °C Temp. Target, 185 W GPU-Power) oder Compute (75 °C TT, 175 W); Lüfter rotieren ab ~53 °C; bewertet mit Gaming-BIOS
Eigenschaften (20 %)	**2,40**	**2,42**	**2,38**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	38/71/71 Grad Celsius	38/71/71 Grad Celsius	40/76/76 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0/4,8 Sone (OC-BIOS); 0,0/1,5 Sone (Silent-BIOS)	0,0/4,6 Sone (OC-BIOS); 0,0/1,8 Sone (Silent-BIOS)	0,0/1,6/2,5 Sone (Gaming); 0,0/1,1/1,3 (Compute)
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab vierstelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	14/26/16 Watt	15/24/16 Watt	16/33/45 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	-/323/328/328 Watt	-/314/329/329 Watt	141/218/229/244 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	~1.650 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~1.650 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	1.675 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+11 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	~1.050 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	~920 MHz mit man. Optim. (Offset, Voltage, Lüfter)	4.500 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+7 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,21 Volt), Powerl. bis +50 %
Länge/Breite Karte; Stromstecker	30,3/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	30,3/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	26,1/3,8 cm; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	26,7 × 12,0 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,7 × 12,0 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	24,0 × 10,8 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,41**	**2,45**	**2,91**
FAZIT	⊕ Mit Silent-BIOS leise; Kühler mit Spielraum ⊖ Laut mit OC-BIOS; nur 2 Jahre Garantie	⊕ Triple-BIOS; mit OC-BIOS schnell wie Vega 64 ⊖ Laut, klobig und stromdurstig	⊕ Schnellste RX 590 dank RAM-OC ⊕ Zwei clever kalibrierte Firmwares
	Wertung: **2,46**	Wertung: **2,49**	Wertung: **2,72**

*Windows-Desktop/Spiel/Einstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

duktiveinsatz (etwa Rendering). In Spielen erreicht die Seven ein Leistungsniveau zwischen RTX 2070 und RTX 2080 OC – und somit einen Indexwert dazwischen. Das Problem der schnellsten Radeon ist ihr Kühler: Derzeit hat kein AMD-Partner sein Custom-Design zur Marktreife gebracht, bis auf ein paar Gerüchte und Mutmaßungen ist nichts bekannt. So kommt es, dass der kräftige Vega-20-Grafikchip sein Potenzial nicht ausspielen kann. AMD setzt, vermutlich aus Kostengründen, auf ein Dual-Slot-Konstrukt anstelle eines größeren Kühlers. Suboptimal ist, dass die drei installierten Axiallüfter mit einem Rotordurchmesser von je 75 Millimeter in den Lamellenblock eingelassen sind, statt aufzuliegen. Dadurch geht nicht unwesentlich Kühlfläche verloren. Das Resultat sind hohe Temperaturen trotz hochtouriger Belüftung. Wer kann, ändert diesen Missstand durch Montage eines der ersten Wasserkühlblöcke oder, mit Bastelarbeit verbunden, des Luftkühlers Raijintek Morpheus 2. Derart umgebaut sind beim manuellen Tuning Taktraten um 2.000/1.200 MHz für GPU/RAM realistisch (ab Werk ca. 1.750/1.000 MHz), womit es die Radeon VII mit stark übertakteten Varianten der Geforce RTX 2080 aufnehmen kann. Dank ihrer 16 GiByte Speicher hat die AMD-Karte sogar handfeste Vorteile in Ultra HD und darüber hinaus.

In den Segmenten darüber ist Nvidia allein auf weiter Flur. Die Geforce RTX 2080 Ti regiert die Benchmarks solange allein, bis die sündteure Titan RTX mit in die Betrachtung genommen wird. Bei den von Nvidia eingeschlagenen Preisen, welche zu keiner Zeit dreistellig werden, steigen die meisten Leser aus, die Leistungsspitze soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, denn an ihr orientieren sich die Leistungsindizes aller darunter liegenden Grafikkarten. Wer sich für eine Geforce RTX 2080 Ti entscheidet, erhält zweifellos Leistung satt. Die Ultra-HD-Auflösung verliert mit einem derartigen Boliden ihren ruckeligen Schrecken und weicht flüssiger Pracht.

Die Tatsache, dass Nvidia trotz des preislichen Höhenflugs die Speicherkapazität der Geforce RTX 2080 Ti bei 11 GiByte stagnieren lässt, hinterlässt dabei einen bitteren Beigeschmack. *(rv)*

Fazit

Grafikkarten 2019

Nvidia beherrscht den Grafikkartenmarkt, in jedem Preisbereich ab 200 Euro warten frische Produkte auf Interessenten – doch längst nicht alle sind preislich attraktiv. Wer sparen und dennoch auf nichts verzichten möchte, greift zu einer Radeon RX 5x0 mit 8 GiByte.

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX 590 Red Devil	RX 590 Fatboy	RX 580 Armor 8G OC
Hersteller/Website	Powercolor (www.powercolor.com/de)	XFX (xfxforce.com/de)	MSI (https://de.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 260,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 190,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1926503	www.pcgh.de/preis/1926985	www.pcgh.de/preis/1609967
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	Radeon RX 590; Polaris 30 XT (12 nm LP)	Radeon RX 590; Polaris 30 XT (12 nm LP)	Radeon RX 580; Polaris 20 XTX (14 nm LPP)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.304/144/32	2.304/144/32	2.304/144/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/400 MHz (0,800 VGPU)	300/400 MHz (0,800 VGPU)	300/300 MHz (0,800 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.520+ (max. Boost: 1.576)/4.000 MHz (+3/0 % OC)	1.550+ (max. Boost: 1.580)/4.000 MHz (+6/0 % OC)	1.320+ (max. Boost: 1.366)/4.000 MHz (eff. kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,65**	**2,50**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25; 1,5V)
Monitoranschlüsse	3× Displayport 1.4, 1× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3× Displayport 1.4, 1× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2× Displayport 1.4, 2× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot, 5 Heatp. (4 × 8, 1 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator kontaktiert Spannungswandler und Speicher; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, 2,5-Slot, 4 Heatp. (2 × 8, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator kontaktiert Spannungsw. und Speicher; Backplate ohne Wärmeleitpads	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm Durchmesser, 2 × 85 mm axial, Kühlkörper bedeckt RAM; kleiner Extrakühler für VRMs
Software/Tools/Spiele	Treiber	Treiber	Afterburner (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Comic als Anleitung (engl.) + Faltblatt (dt.); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Upd. etc.)	Stromadapter: 2×6-auf-8-Pol, 2×Molex-auf-6-Pol	Aufkleber
Sonstiges	Dual-BIOS: OC (65 °C Temp. Target, 183 W GPU-Power) oder Silent (80 °C TT, 185 W); LED-Schalter; bewertet mit OC-BIOS (Werkszustand)	Dual-BIOS: OC (Werkszustand) mit 70 °C Temp. Target + Silent mit 80 °C TT, stets 196 W GPU-Power; Lüfter rotieren ab ~59 °C; bewertet mit OC-BIOS	PCB wie Gaming X (6+2 Phasen), nur ein BIOS; 135 W GPU-TDP (Board-Power laut MSI: 185 Watt); Lüfter rotieren ab ~54 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,47**	**2,67**	**2,27**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	25/66/66 Grad Celsius	41/71/71 Grad Celsius	40/75/75 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,4/3,9/4,6 Sone (OC); 0,0/1,0/1,2 Sone (Silent)	0,0/8,3/8,3 Sone (OC); 0,0/2,3/2,3 Sone (Silent)	0,0 (passiv)/3,2 (47 %)/3,2 (47 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab vierstelligen Fps)	Überdurchschn. (Zirpen/Fiepen ab hohen zweist. Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	13/27/39 Watt	13/27/38 Watt	16/29/44 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	132/201/216/227 Watt	163/211/238/243 Watt	134/188/189/195 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	1.675 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+10 %)	1.650 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+6 %)	1.525 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+15 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	4.500 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+13 %)	4.500 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+13 %)	4.400 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+10 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,21 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,21 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,2 Volt), Powerl. bis +50 %
Länge/Breite Karte; Stromstecker	24,2/5,1 cm; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)	26,8/4,4 cm; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)	26,7/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	24,1 × 11,9 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	22,0 × 9,9 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	26,7 × 11,3 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,98**	**2,95**	**3,14**
FAZIT	⊕ Starker Kühler (mit Silent-BIOS auch leise) ⊖ Platzbedarf (Triple-Slot)	⊕ Preis-Fps-Verhältnis; gutes Silent-BIOS ⊖ Unnötig laut mit OC-BIOS (Standard)	⊕ Preis-Leistungs-Verh.; 3 Jahre Garantie ⊖ Kein Dual-BIOS
	Wertung: **2,81**	Wertung: **2,83**	Wertung: **2,84**

* Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Übersicht: Zeitlich begrenzte Spiele-Bundles beim Kauf

Wer seine Grafikkarte zum richtigen Zeitpunkt kauft, bekommt Game-Codes gratis dazu. Gerade ist der Moment günstig. Wichtig ist, dass Sie bei einem Händler bestellen, der diese Beigabe explizit bewirbt – ansonsten erhalten Sie möglicherweise kein Spiel dazu.

Grafikkarte	Spiele-Bündel	Aktionszeitraum
Radeon VII	3 Spiele dabei: Devil May Cry 5, Resident Evil 2 Remake und The Division 2	7. Februar 2019 bis 6. April 2019
Radeon RX Vega 64, RX Vega 56, RX 590	3 Spiele dabei: Devil May Cry 5, Resident Evil 2 Remake und The Division 2	15. November 2018 bis 6. April 2019
Radeon RX 580, RX 570	2 Spiele auswählen: Devil May Cry 5, Resident Evil 2 Remake *oder* The Division 2	15. November 2018 bis 6. April 2019
Geforce RTX 2080 Ti, RTX 2080	3 Spiele dabei: Anthem, Battlefield 5 und Metro Exodus	5. März 2019 bis 4. April 2019
Geforce RTX 2070, RTX 2060	1 Spiel auswählen: Anthem, Battlefield 5 *oder* Metro Exodus	5. März 2019 bis 4. April 2019

Grafikkarten

Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX 570 Nitro+ 8GD5	RX 570 Red Devil	RX 570 Pulse ITX
Hersteller/Website	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 180,-/gut	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 150,-/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1610158	www.pcgh.de/preis/1609990	www.pcgh.de/preis/1610160
Grafikeinheit; GPU (Fertigung)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm LPP)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm LPP)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm LPP)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.048/128/32	2.048/128/32	2.048/128/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/300 MHz (~0,8125 VGPU)	300/300 MHz (0,7875 VGPU)	300/300 MHz (~0,725 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (OC)	1.320+ (max. Boost: 1.340)/3.500 MHz (+6/0 % OC)	1.320 (max. Boost: 1.320)/3.500 MHz (+6/0 % OC)	1.130+ (max. Boost: 1.244)/3.500 MHz (eff. kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,43**	**2,90**	**2,95**
Speichermenge (Anbindung)	8.192 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)
Speicher (Herstellerbezeichnung)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-70; 1,5V)	7-Gbps-GDDR5 (Elpida W4032BABG-70-F)	8-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GC4H24AJR-R0C; 1,5V)
Monitoranschlüsse	2× Displayport 1.4, 2× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3× Displayport 1.4, 1× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	1× Displayport 1.4, 1× HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 4 Heatpipes (2 × 8, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Kühlkörper bedeckt VRMs & RAM; Backplate (inkl. Wärmeleitpads)	Eigendesign, Dual-Slot, 4 Heatpipes (2 × 8, 2 × 6 mm), 3 × 75 mm axial, Kühlkörper bedeckt VRMs & RAM; Backplate (ohne Wärmeleitpads)	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 1 × 85 mm axial, Kühlkörper bedeckt Spannungswandler und Speicher
Software/Tools/Spiele	Treiber	Treiber	Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	Einladung zum „Sapphire Select"-Club (für Support)	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Upd. etc.)	Einladung zum „Sapphire Select"-Club (für Support)
Sonstiges	GPU-TDPs: 160 W (Boost) bzw. 135 W (Silent) – bewertet mit Boost (Werkszustand); Temperature Target 74 °C; Lüfter drehen ab ~53 °C	GPU-TDPs: 140 W (Boost) bzw. 126 W (Silent) – bewertet mit Boost (Werkszustand); Design gleicht älterer RX 480 Red Devil; Lüfter drehen ab ~59 °C	Custom-Platine mit 4+1 Phasen; GPU-TDP: 120 W, Temperature Target 72 °C; Lüfter rotiert ab ~55 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,10**	**2,34**	**2,04**
Temperatur GPU (2D/Spiel/Max.) *	39/75/75 Grad Celsius	34/78/80 Grad Celsius	39/72/72 Grad Celsius
Lautheit (PWM) 2D/Spiel/Extremfall	0,0 (passiv)/1,0 (27 %)/1,7 (33 %) Sone	0,0 (passiv)/2,7 (64 %)/5,2 (82 %) Sone	0,0 (passiv)/0,9 (44 %)/1,2 (46 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	15/26/34 Watt	13/24/33 Watt	13/25/33 Watt
Verbrauch Wolf/Crysis/Anno/Max. **	-/179/202/221 Watt	-/190/225/260 Watt	-/143/144/147 Watt
Max. GPU-Übertaktung (UHD-stabil)	1.450 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+10 %)	1.375 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+4 %)	1.375 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+22 %)
Max. RAM-Übertaktung (UHD-stabil)	4.100 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+17 %)	4.100 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+17 %)	4.100 MHz mit max. Volt./Fan via Wattman (+17 %)
Voltage-/Power-Optionen in Tools?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerl. bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerl. bis +50 %
Länge/Breite Karte; Stromstecker	26,0/3,8 cm; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)	30,0/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	17,0/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)
Platinenmaße (Länge × Breite)	24,0 × 10,7 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)	Nicht gemessen	17,0 × 10,4 cm (exkl. PCI-E-Kontakte)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**3,21**	**3,24**	**3,34**
FAZIT	⊕ 8 GiByte; schnellste RX 570 ⊕ Sehr leise Kühlung	⊕ Konstanter, hoher Boost; Dual-BIOS ⊖ Platzbedarf (Länge -> Case ausmessen)	⊕ ITX-tauglich (17 cm); leise & sparsam … ⊖ … aber powerlimitiert (geringer Boost)
	Wertung: **2,85**	Wertung: **2,99**	Wertung: **3,00**

*Windows-Desktop/Spiel/Ernstfall **Wolfenstein 2 (Full HD, Sync @ 60 Hz), Crysis 3 (Full HD, offene Fps), Anno 2070 (Ultra HD, offene Fps)

Motherboards

Das Mainboard hat eine zentrale Position und verknüpft alle anderen Elemente, entsprechend komplex ist die Auswahl. Wir nennen die besten Boards für die beliebteten AMD- und Intel-Plattformen.

Die Rechenleistung eines PCs beeinflussen Hauptplatinen nur noch geringfügig; auch wenn die Konfiguration von Prozessor und Arbeitsspeicher natürlich weiterhin Aufgabe des Mainboard-UEFIs (ex-„BIOS“) ist. Teils große Unterschiede gibt es aber bei der Anbindung weiterer Komponenten wie GPUs, Laufwerken und externer Peripherie: Alle Teile kommunizieren über die Hauptplatine miteinander – oder eben nicht, wenn passende Schnittstellen fehlen. Der Mainboard-Kauf entscheidet also auch darüber, welche weitere Hardware die nächsten Jahre (!) in und am PC genutzt werden kann.

Die Plattform muss passen

Das wichtigste Kriterium ist dabei natürlich die CPU selbst: Sockel 2066, Sockel 1151, Sockel AM4 oder Sockel TR4 – das Format des Prozessors gibt die benötigte Fassung auf dem Mainboard vor. Für Spieler sind die Enthusiast-Sockel 2066 und TR4 hierbei kaum noch von Interesse – erheblichen Mehrkosten stehen nur leichte Ausstattungsverbesserungen und wenig respektive gar keine Verbesserung der Alltagsleistung gegenüber den Sockel-1151-Spitzenmodellen gegenüber. Selbe wiederum sind soviel teurer als die in vielen Szenarien kaum langsameren AM4-Modelle, dass auch der Mainboard-Markt eine klare Zweiteilung aufweist: Wer es günstig mag, nimmt AMDs AM4-Plattform. Wem die Ausstattung oder die Leistung pro CPU-Kern nicht reicht, der muss sich einen Intel 1151 leisten.

Ausstattungsklassen

Intel verschärft diese Teilung und sperrt Übertaktungsfunktionen auf günstigen Mainboards. So werden Tuning-Freunde zu teureren Z390-Mainboards gezwungen (vereinzelt sind noch gute Z370-Vorgänger-Modelle im Abverkauf), während man bei AMD mit allen I/O-Hubs selbst Hand anlegen und so gerade auch aus günstiger Hardware zusätzliche Leistung herauskitzeln kann.

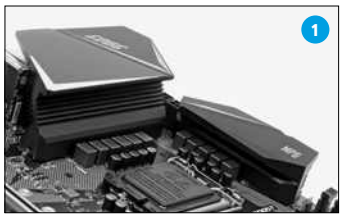
Ebenfalls mit den I/O-Hubs (bei Intel „PCH“ genannt) skaliert die Zahl der SATA- und USB-Ports sowie der PCI-Express-Lanes für Zusatz-Controller und Peripherie. Während Grafikkarten-Steckplätze direkt über die CPU angebunden werden, hängen andere Komponenten meist am I/O-Hub. Insbesondere AMD-Platinen, aber auch viele 1151-Angebote mit besonders langer Feature-Liste geraten hier an die Grenzen des Möglichkeiten und „sharen“ dann Lanes zwischen verschiedenen Endgeräten: Entweder wird zugunsten einer Funktion eine andere deaktiviert oder aber zumindest die Geschwindigkeit beider reduziert. So kann es sein, dass manch Micro-ATX-Mainboard trotz kleiner Maße die gleichen Erweiterungsmöglichkeiten bietet, wie ein großer ATX-Verwandter, da letzterer gar nicht alle Schnittstellen gleichzeitig nutzen kann. Erst bei Mini-ITX dikitiert immer der Platz die Möglichkeiten, während einige Luxus-Platinen sogar nach E-ATX-Gehäusen verlangen, obwohl sie noch weit von echtem E-ATX (305 × 330 mm) entfernt sind. *(tv)*

MSI MPG Z390 Edge AC

In die Z390-Generation startet MSI mit einer zusätzlichen Kategorie-Bezeichnung im Namensschema („M"SI „P"rofessional „G"aming) und einem erweiterten Portfolio: Unmittelbar unterhalb der beliebten Gaming-Pro-Carbon-Modelle gibt es jetzt ein günstigeres „Edge". Bei quasi identischer Platine fehlen hier Plastikverkleidungen und Beleuchtung gibt es nur noch auf der Rückseite – viele werden aber gerade das zu schätzen wissen; den Preis sowieso.

Monster-Kühlkörper

Bereits das B360 Gaming Pro Carbon weckte im Sommer 2018 mit einem riesigen, von den Spannungswandlern bis über den I/O-Bereich ragenden Aluminiumblock große Hoffnungen auf das MSI-Z390-Line-up – und die Spannungswandlerkühlung des Edge erfüllt diese vollständig.



Nur 2× USB 3.1 Gen2

Mit WLAN und zwei Monitor-Anschlüssen ist das Edge-I/O-Panel zwar nicht komplett leer, sechs USB-Ports sind aber knapp bemessen. Schade: Nur zwei davon beherrschen 10 GBit/s, einen zweiten Redriver für den 3. und 4. Typ-A hat sich MSI gespart.

Frei zugängliche Header, versperrte PCI-Express-Slots

3

Die Anschlüsse für Strom, USB 3.0 (4×), 3.1 und SATA hat MSI in der neuen Generation in der oberen Mainboard-Hälfte durchgehend senkrecht, in der unteren durchgehend rechtsweisend abgewinkelt ausgeführt, was ein einheitliches Kabelmanagement erleichtert. Das Slot-Layout wartet dagegen noch auf Verbesserungen: Einer von drei ×1-Slots wird automatisch durch die Grafikkarte blockiert

Asus Prime X470-Pro

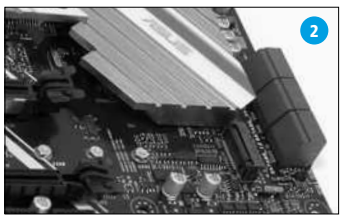
Spieler können bei Asus mittlerweile zwischen den Serien Republic of Gamers, ROG Strix und TUF Gaming wählen, die zum Teil jeweils mehrere Platinen-Varianten für jeden I/O-Hub beinhalten. Und trotzdem wird PCGH regelmäßig nach den Normalanwender-Designs aus der Prime-Baureihe gefragt – kein Wunder: Das X470-Pro ist optisch eine echte Abwechslung, bei der Ausstattung eine klare Alternative und abseits der nur mittelmäßigen Kühler ohne Nachteile.

Tiefergelegt ist cooler?

Die Kühlkörper des X470 Pro sind zwar großflächig, mit nur 22 mm Höhe aber ungewöhnlich flach und zudem wenig strukturiert. Die resultierenden Temperaturen sind noch okay, in der 160-Euro-Preisklasse hätte man aber auch mehr Leistung bei weniger Design bieten können.

PCI-E 3.0 via Promontory!

14 Monate nach Erscheinen des X370 nutzt Asus als erster Hersteller die PCI-Express-3.0-Fähigkeiten, die AMD seinen I/O-Hub schon immer nachgesagt hat. Der Aufwand für die Implementierung ist hoch, aber Anwender können sich über einen zusätzlichen ×2-3.0-M.2 freuen.



Komplexes, aber intelligentes Sharing

3

Wenn zwei ×1-, ein ×4- und ein M.2-Slot gleichzeitig um Lanes sowie unabhängig davon um Taktleitungen streiten, dann wird es unübersichtlich. Asus' durchdachtes Endresultat lässt sich aber einfach zusammenfassen: Ignorieren Sie den 1. und den 3. ×1-Slot, die werden eh leicht von Grafikartenkühlern verdeckt. ×4 und M.2 arbeiten dann ohne weitere Einschränkungen.

Sockel-AM4-Mainboards	X470 Gaming 7 WIFI	Crosshair VII Hero Wi-Fi	X470 Taichi
Hersteller	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 240,-/Note 2-	Ca. € 290,-/Note 3+	Ca. € 220,-/Note 2-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1804453	www.pcgh.de/preis/1804445	www.pcgh.de/preis/1804323
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD X470; F4e; 1.0	AMD X470; 0601; 1.02	AMD X470; 1.50; 1.02
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**2,79**	**2,70**	**2,74**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	2.0/3.0/–/2.0/3.0/–/2.0	–/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0	–/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes (APU)*	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)
PCI-E-Verteilungsoptionen, I/O-Hub-Lanes*	×1/–/–/×1/–/–/×4	–/–/–/×1/–/×1/×4	–/–/–/×1/–/×1/×4
SATA	6× 6 GBit/s (6× X470)	6× 6 GBit/s (6× X470)	8× 6 GBit/s (6× X470; 2× ASM1061)
NVME, Anbindung*	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×4 (deaktiviert ×4-Slot)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (reduziert ×8-Slot zu ×4. Nicht verfügbar mit APU)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×4 (deaktiviert ×4-Slot)
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Intel I211-AT) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9260NGW)	1× GBit (Intel I211-AT) & 802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Realtek RTL8822BE)	1× GBit (Intel I211-AT) & 802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 3168NGW)
Monitor-Anschlüsse	–	–	HDMI
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 6×/4× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 8×/2× USB 3.0; 2×/3× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 6×/4× USB 3.0; 0×/5× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	–	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek "S1220"; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Ja/nein/ja	Ja/nein/ja	Ja/ja/nein
Lüfteranschlüsse	8× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGBW-LED-Streifen; 2× adressierbare LED-Streifen (5 V und 12 V); 2× Temperatursensor & Statussegmentanzeige; Power- oder Reset- und Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; gesockeltes Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 2× adressierbare LED-Streifen (5 V); 1× Durchflussmesser; 2× Temperatursensor & Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V) & Statussegmentanzeige; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; regelbare RGB-Beleuchtung
Beiliegend	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 1× RGBW-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare LED-Streife; Handbuch Chinesisch	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare LED-Streifen; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; (knappes) Handbuch Deutsch
Eigenschaften (20%)	**1,79**	**1,87**	**1,90**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	72/81 Millimeter; 81/64 Millimeter (max. Höhe 27 mm)	72/81 Millimeter; 75/72 Millimeter (max. Höhe 30 mm)	73/82 Millimeter; 76/62 Millimeter (max. Höhe 32 mm)
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	94 Millimeter; 2 Slots	84 Millimeter; 2 Slots	84 Millimeter; 2 Slots
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 1,0 bis 1,7 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,5 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-4200; 2,00 Volt	DDR4-4200; 2,16 Volt	DDR4-4000; 1,80 Volt
Lüftersteuerung	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; minimal 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Keine (Zwang zu 4-Pin-CPU-Stromstecker im Handbuch nicht erwähnt)	Keine	Keine
Leistung (60%)	**1,76**	**1,78**	**1,90**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	99,94 MHz	99,76 MHz	99,98 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	118,0 Fps	117,7 Fps	116,7 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	117,0 Sekunden	117,1 Sekunden	119,7 Sekunden
AIDA Memory Bench – Kopierrate	40.152 MB/s	40.432 MB/s	38.843 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	22,4 Sekunden	35,3 Sekunden	25,6 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./IOH***	54/47/37 °C	49/48/41 °C	52/49/37 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last*****	1,8/45,3/307 Watt	2,4/43,9/303 Watt	1,9/42,7/317 Watt
FAZIT	⊕ Gute Lüftersteuerung inkl. Temp.fühler; WLAN; für High-End kurze Bootzeit	⊕ Kühle Spannungswandler; WLAN ⊖ Zweiter M.2 shared mit GPU(s)	⊕ Kühle Spannungswandler; relativ wenig PCI-E-Sharing; WLAN & 8× SATA
	Wertung: **1,97**	Wertung: **1,98**	Wertung: **2,07**

Testsystem: Ryzen 7 1800X, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget, 2× 8 GiB HyperX DDR4-2666, Samsung 960 Pro 512 GB, EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. PCI-E-Geschwindigkeitsangaben mit Ryzen-CPU (Summit/Pinnacle Ridge) und -APU (Raven Ridge). Funktionsumfang mit A-Serien-APUs (Bristol Ridge) und Athlon 200GE ist reduziert. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***"Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber. Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Ryzen 7 1800X und Asus GTX 1080 an Seasonic 80-Plus-Gold-Netzteil.

Sockel-AM4-Mainboards	Prime X470-Pro	X470 Master SLI	B450 Gaming Pro Carbon AC
Hersteller	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 160,-/Note 2+	Ca. € 140,-/Note 2+	Ca. € 140,-/Note 2+
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1804446	www.pcgh.de/preis/1804206	www.pcgh.de/preis/1858899
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD X470; 4011; 1.02	AMD X470; 1.40; 1.02	AMD B450; 1.0; 1.1
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**3,10**	**3,53**	**3,37**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	–/3.0/2.0/2.0/3.0/2.0/2.0	–/3.0/2.0/2.0/3.0/2.0/2.0	–/3.0/2.0/2.0/2.0/2.0/–
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes (APU)*	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)	–/×16/–/–/–/–/– (–/×8/–/–/–/–/–)
PCI-E-Verteilungsoptionen, I/O-Hub-Lanes*	–/–/×1/×1/–/×1/×2 oder –/–/×0/×1/–/×0/×4	–/–/×1/×1/–/×1/×1	–/–/×0/×0/×4/×0/– oder –/–/×1/×1/×1/×1/–
SATA	6× 6 GBit/s (6× X470)	6× 6 GBit/s (6× X470)	6× 6 GBit/s (4× B450; 2× CPU/APU)
NVME, Anbindung*	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×2 (deaktiviert ersten und dritten ×1-Slot. Beeinträchtigt nicht ×4-Slot)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×2	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert 2× SATA); 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×4 (deaktiviert alle PCI-E-2.0-Slots)
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Intel I211-AT) & –	1× GBit (Intel I211-AT) & –	1× GBit (Intel I211-AT) & 802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 9260NGW)
Monitor-Anschlüsse	HDMI/DVI-D	HDMI	HDMI/Display Port
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon 0× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 6×/2× USB 3.0 (davon 1×/0× Typ-C); 0×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 6×/4× USB 3.0; 0×/5× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 2×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek "S1220A"; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC892; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein
Lüfteranschlüsse	7× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGB-LED-Streifen; 1× Temperatursensor & Clear-CMOS-Jumper; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V) & Clear-CMOS-Jumper; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen/-Lüfter von Corsair & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; regelbare RGB-Beleuchtung
Beiliegend	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Deutsch	2× SATA-Kabel; 1× RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20%)	**1,83**	**1,83**	**2,60**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	72/81 Millimeter; – (22 mm flach)	75/84 Millimeter; 87/71 Millimeter (max. Höhe 31 mm)	74/83 Millimeter; 74/57 Millimeter (max. Höhe 42 mm)
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	90 Millimeter; 2 Slots	92 Millimeter; 2 Slots	97 Millimeter; – (nur ein PEG)
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,0 Volt	Nein/ja/ja/nein. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt	Nein/nein/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/nicht einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-4200; 1,80 Volt	DDR4-4000; 1,50 Volt	DDR4-4200; 2,00 Volt
Lüftersteuerung	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; minimal 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/–	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Keine	Keine	Keine
Leistung (60%)	**2,04**	**2,09**	**1,98**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	99,76 MHz	99,76 MHz	99,94 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	116,2 Fps	116,7 Fps	117,9 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	116,8 Sekunden	118,1 Sekunden	117,2 Sekunden
AIDA Memory Bench – Kopierrate	40.364 MB/s	38.982 MB/s	40.188 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	23,4 Sekunden	21,5 Sekunden	22,6 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./IOH***	71/47/39 °C	76/51/36 °C	73/42/38 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last*****	1,4/43,8/305 Watt	1,4/37,7/306 Watt	1,0/38,0/306 Watt
FAZIT	⊕ 2. M.2 mit PCIe 3.0 (×2); intelligentes Sharing ⊖ Spannungswand. relativ warm	⊕ Wenig PCI-E-Sharing, Multi-GPU-taugl. ich ⊖ Einfacher Onboard-Sound	⊕ WLAN, sparsam ⊖ Mehrfaches PCI-E-Sharing
	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,33**	Wertung: **2,38**

Testsystem: Ryzen 7 1800X, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget; 2× 8 GiB HyperX DDR4-2666; Samsung 960 Pro 512 GB; EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. PCI-E-Geschwindigkeitsangaben mit Ryzen-CPU (Summit/Pinnacle Ridge) und -APU (Raven Ridge). Funktionsumfang mit A-Serien-APUs (Bristol Ridge) und Athlon 200GE ist reduziert. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlertelle >2,5 cm. ***"Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber. Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Ryzen 7 1800X und Asus GTX 1080 an Seasonic 80-Plus-Gold-Netzteil.

Sockel-AM4-Mainboards	B450M Mortar Titanium	B450M Pro4	B450I Gaming Plus AC
Hersteller	MSI (www.msi.com)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 100,-/Note 1-	Ca. € 75,-/Note 1	Ca. € 120,-/Note 2+
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1859022	www.pcgh.de/preis/1858732	www.pcgh.de/preis/1858985
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD B450; A2; 2.1	AMD B450; 1.10; 1.01	AMD B450; A11; 2.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	Micro-ATX; 244 × 244 mm	Micro-ATX; 244 × 244 mm	ITX; 17 × 17 mm
Ausstattung (20%)	**3,99**	**4,31**	**5,07**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	2× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/2.0/2.0/2.0	2.0/3.0/–/2.0	3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes (APU)*	×16/–/–/– (×8/–/–/–)	–/×16/–/– (–/×8/–/–)	×16 (×8)
PCI-E-Verteilungsoptionen, I/O-Hub-Lanes*	–/×0/×1/×4 oder –/×1/×0/×4	×1/–/–/×4	
SATA	4× 6 GBit/s (4× B450)	4× 6 GBit/s (4× B450)	4× 6 GBit/s (4× B450)
NVME, Anbindung*	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×2 (deaktiviert ×4-Slot)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, SATA (deaktiviert 1× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Realtek 8111H) & –	1× GBit (Realtek 8111H) & –	1× GBit (Realtek 8111H) & 802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 3168NGW)
Monitor-Anschlüsse	HDMI/Display Port	HDMI/DVI-D/D-Sub	HDMI/Display Port
USB extern/intern	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 4×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 4×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	4×/2× USB 3.0; 2×/2× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Heade; LPT-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek ALC892; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC892; 5.1/Eingänge nur als Doppelbelegung	Realtek ALC887; 5.1/Eingänge nur als Doppelbelegung
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein
Lüfteranschlüsse	4× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM	2× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGB-LED-Streifen & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V) & Clear-CMOS-Jumper	2× RGB-LED-Streifen & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI
Beiliegend	2× SATA-Kabel; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; Handbuch Deutsch	2× SATA-Kabel; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20%)	**2,60**	**2,31**	**3,06**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	74/83 Millimeter; 74/– Millimeter (max. Höhe 33 mm)	73/82 Millimeter; 86/69 Millimeter (max. Höhe 30 mm)	"72 Millimeter/– (1 Slot pro Speicherkanal); 67/– Millimeter (max. Höhe 38 mm)"
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	87 Millimeter; – (nur ein PEG)	95 Millimeter; – (nur ein PEG)	95 Millimeter; – (nur ein PEG)
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/nein/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt	Nein/ja/ja/nein. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt	Nein/nein/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,7 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/nicht einstellbar	Einstellbar/nicht einstellbar	Einstellbar/nicht einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-4200; 2,00 Volt	DDR4-4000; 1,40 Volt	DDR4-4200; 2,00 Volt
Lüftersteuerung	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weiterer Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/–	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Keine	Keine	Keine
Leistung (60%)	**1,91**	**2,17**	**1,73**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	99,94 MHz	99,76 MHz	99,94 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	117,8 Fps	116,3 Fps	117,6 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	117,6 Sekunden	115,8 Sekunden	113,3 Sekunden
AIDA Memory Bench – Kopierrate	40.366 MB/s	38.083 MB/s	40.189 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	22,8 Sekunden	22,8 Sekunden	22,4 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./IOH* **	67/48/40 °C	83/40/43 °C	65/51/51 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last***	1,1/40,1/299 Watt	1,0/38,9/313 Watt	1,6/36,5/299 Watt
FAZIT	⊕ Relativ kühle Spannungswandler; gutes Layout ⊖ Einfacher Onboard-Sound	⊕ Sehr günstig, durchdachtes Layout ⊖ Einfacher Onboard-Sound	⊕ WLAN inklusive ⊖ Sehr einfacher Onboard-Sound, kein USB 3.1
	Wertung: **2,46**	Wertung: **2,62**	Wertung: **2,66**

Testsystem: Ryzen 7 1800X, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget; 2× 8 GB HyperX DDR4-2666; Samsung 960 Pro 512 GB; EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. PCI-E-Geschwindigkeitsangaben mit Ryzen-CPU (Summit/Pinnacle Ridge) und -APU (Raven Ridge). Funktionsumfang mit A-Serien-APUs (Bristol Ridge) und Athlon 200GE ist reduziert. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***"Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber. Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Ryzen 7 1800X und Asus GTX 1080 an Seasonic 80-Plus-Gold-Netzteil.

Produkt	Maximus XI Hero (Wi-Fi)	Z390 Taichi	Z390 Aorus Master
Hersteller	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 330,-/Note 2-	Ca. € 250,-/Note 2	Ca. € 270,-/Note 2-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1899150	www.pcgh.de/preis/1900901	www.pcgh.de/preis/1902139
PCH; UEFI-; Board-Revision	Intel Z390; 0506; 1.02	Intel Z390; 1.90; 1.03	Intel Z390; F8e; 1.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**2,39**	**2,41**	**2,59**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/–/3.0	3.0/3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes*	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/×0 oder –/×8/–/–/×8/–/×0 oder –/×8/–/–/×4/–/×4	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–
PCI-E-Verteilungsoptionen, PCH-Lanes*	×1/–/–/×1/–/×1/×2 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×4 und 2× SATA deaktiviert	×1/–/–/×1/–/–/–	×1/–/×1/–/–/×1/×4
SATA	6× 6 GBit/s (6× Z390)	8× 6 GBit/s (6× Z390; 2× ASM 1061)	6× 6 GBit/s (6× Z390)
NVME, Anbindung	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert je 2× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert PCI-E ×4. ×2/×2-Betrieb möglich); 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert 2× SATA)
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Intel I219-V) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9560NGW)	2× GBit (Intel I219-V + Intel I211-AT) & 802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 3186NGW)	1× GBit (Intel I219-V) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9560NGW)
Monitor-Anschlüsse	HDMI/Display Port	HDMI/Display Port	HDMI
USB extern/intern	4×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 2×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	4×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 4×/4× USB 3.0; 0×/3× USB 2.0	4×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 2×/2× USB 3.0; 4×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	–
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek "S1220"; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Ja/nein/ja	Ja/ja/nein	Ja/nein/ja
Lüfteranschlüsse	8× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGB-LED-Streifen; 2× adressierbare LED-Streifen (5 V); 1× Durchflussmesser; 3× Temperatursensor & Statussegmentanzeige; Status-LEDs; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbarer LED-Streifen (5 V) & Statussegmentanzeige; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; Thunderbolt-Header	2× RGB-LED-Streifen; 2× adressierbare LED-Streifen (5 V und 12 V); 2× Temperatursensor & Statussegmentanzeige; Reset-Schalter; Power- und Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; gesockeltes Dual-UEFI; Thunderbolt-Header; Spannungsmesspunkte
Beiliegend	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare-LED-Streifen; Handbuch Englisch; USB-Stick mit Treibern	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Deutsch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 1× RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare-LED-Streifen; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20%)	**1,81**	**1,85**	**2,08**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	54/64 Millimeter; 52/52 Millimeter (max. Höhe 33 mm)	55/64 Millimeter; 81/72 Millimeter (max. Höhe 31 mm)	55/64 Millimeter; 50/50 Millimeter (max. Höhe 38 mm)
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	94 Millimeter; 2 Slots	95 Millimeter; 2 Slots	94 Millimeter; 2 Slots
Multiplikator-CPU/-AVX/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,7 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,8 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 1,1 bis 1,8 Volt
I/O-/IMC-/PCH-Spannung	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-8533; 2,00 Volt	DDR4-8400; 2,30 Volt	DDR4-8333; 2,00 Volt
Lüftersteuerung	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	–/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Werkseinstellungen erlauben 132 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W).	Werkseinstellungen erlauben 139 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W).	Werkseinstellungen erlauben 124 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W).
Leistung (60%)	**1,19**	**1,34**	**1,35**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	100,44 MHz	99,85 MHz	100,00 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	153,5 Fps	154,1 Fps	153,1 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	105,6 Sekunden	110,1 Sekunden	110,1 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	38.145 MB/s	38.834 MB/s	38.489 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	19,5 Sekunden	17,9 Sekunden	16,3 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./PCH* **	46/40/40 °C	45/44/47 °C	42/38/41 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last***	2,1/36,1/301 Watt	3,0/43,0/270 Watt	1,9/37,2/310 Watt
FAZIT	⊕ Gute Kühlung & OC-Optionen ⊖ PCI-E-SATA-Sharing	⊕ 8× SATA, 3× M.2; niedriger Last-Verbrauch ⊖ ×4-mit-×16- & M.2-SATA-Sharing	⊕ Sehr gute Kühlung; zusätzliche USB 2 ⊖ 1 Slot unbenutzbar
	Wertung: **1,55**	Wertung: **1,66**	Wertung: **1,74**

Testsystem: Core i7-8700K, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget, 2× 8 GiB Kingston DDR4-2666; Samsung 960 Pro 512 GB; EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber; Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Core i7-8700K und Asus GTX 1080 an Seasonic 80-Plus-Gold-Netzteil.

Produkt	Strix Z390-F Gaming	MPG Z390 Gaming Edge AC	MEG Z390 ACE
Hersteller	Asus (www.asus.de)	MSI (www.msi.com)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 220,-/Note 2	Ca. € 180,-/Note 2+	Ca. € 260,-/Note 2-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1899136	www.pcgh.de/preis/1901566	www.pcgh.de/preis/1901210
PCH; UEFI-; Board-Revision	Intel Z390; 0805; 1.03	Intel Z390; A00; 2.0	Intel Z390; 1.30; 1.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**2,85**	**2,63**	**2,72**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	–/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0	–/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes*	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/×0 oder –/×8/–/–/×8/–/×0 oder –/×8/–/–/×4/–/×4
PCI-E-Verteilungsoptionen, PCH-Lanes*	×1/–/–/×1/–/×1/×2 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×4 und 2× SATA deaktiviert	–/–/×1/×1/–/×1/×4	–/–/×1/×1/–/×1/–
SATA	6× 6 GBit/s (6× Z390)	6× 6 GBit/s (6× Z390)	6× 6 GBit/s (6× Z390)
NVME, Anbindung	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert 2× SATA)	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4 (deaktiviert 2× SATA)
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Intel I219-V) & –	1× GBit (Intel I219-V) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9462NGW)	1× GBit (Killer E2500) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9560NGW)
Monitor-Anschlüsse	HDMI/Display Port	HDMI/Display Port	–
USB extern/intern	4×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 2×/3× USB 3.0 (davon 1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern mit 3.0-Geschwindigkeit); 2×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 2×/4× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	6×/2× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/2× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 0×/4× USB 3.0; 4×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	–
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek "S1220A"; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC1220; 7.1, optisch/1× Stereo
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Ja/nein/nein	Ja/nein/nein	Nein/nein/ja
Lüfteranschlüsse	7× 4-Pin PWM	7× 4-Pin PWM	7× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V); 1× Temperatursensor & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper;regelbare RGB-Beleuchtung	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V); 1× adressierbare LED-Streifen/-Lüfter von Corsair & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper;regelbare RGB-Beleuchtung; Thunderbolt-Header	2× RGB-LED-Streifen; 1× adressierbare LED-Streifen (5 V); 1× adressierbare LED-Streifen/-Lüfter von Corsair & Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel;regelbare RGB-Beleuchtung; Spannungsmesspunkte
Beiliegend	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare-LED-Streifen; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	6× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× Y-RGB-Verlängerungskabel; 1× Anschlusskabel für adressierbare und 1× für Corsair-LED-Streifen; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20%)	**1,88**	**2,16**	**1,78**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	54/64 Millimeter; 49/53 Millimeter (max. Höhe 31 mm)	53/62 Millimeter; 58/60 Millimeter (max. Höhe 42 mm)	53/62 Millimeter; 55/51 Millimeter (max. Höhe 30 mm)
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	94 Millimeter; 2 Slots	92 Millimeter; 2 Slots	92 Millimeter; 2 Slots
Multiplikator-CPU/-AVX/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,7 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,5 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 2,2 Volt
I/O-/IMC-/PCH-Spannung	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-8533; 2,00 Volt	DDR4-6000; 2,20 Volt	DDR4-6000; 2,20 Volt
Lüftersteuerung	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 20% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	–/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Werkseinstellungen erlauben 132 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W).	Werkseinstellungen erlauben 145 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung möglich	Werkseinstellungen erlauben 142 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W).
Leistung (60%)	**1,33**	**1,32**	**1,59**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	100,32 MHz	100,00 MHz	100,49 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	153,0 Fps	152,7 Fps	154,3 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	108,6 Sekunden	106,0 Sekunden	109,6 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	38.680 MB/s	38.568 MB/s	38.877 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	16,9 Sekunden	20,9 Sekunden	20,0 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./PCH* **	50/42/44 °C	55/50/36 °C	59/62/42 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last***	1,5/33,8/305 Watt	0,7/30,8/317 Watt	1,3/42,6/306 Watt
FAZIT	⊕ Ausgewogene Anschluss- und PCI-E-Verteilung ⊖ Ohne WLAN	⊕ Gute Lüftersteuerung & OC-Optionen ⊖ 1 Slot unbenutzbar	⊕ Sehr viel USB 3.1 ⊖ Sharing; Mittelmäßige Temperaturen
	Wertung: **1,74**	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,85**

Testsystem: Core i7-8700K, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget; 2× 8 GiB Kingston DDR4-2666; Samsung 960 Pro 512 GB; EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber, Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Core i7-8700K und Asus GTX 1080 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

Produkt	H370 Gaming 3 Wifi	B360-F Gaming	H370 Pro4
Hersteller	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 140,-/Note 1-	Ca. € 130,-/Note 1-	Ca. € 100,-/Note 1-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1795299	www.pcgh.de/preis/1796093	www.pcgh.de/preis/1789140
PCH; UEFI-; Board-Revision	Intel H370; F5g; 1.0	Intel B360; 0501; 1.00	Intel H370; 1.00; 1.03
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 311 × 244 mm	ATX; 305 × 224 mm
Ausstattung (20%)	**3,04**	**3,18**	**3,85**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/–/3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes*	–/×16/–/–/–/–	–/×16/–/–/–/–	–/×16/–/–/–/–
PCI-E-Verteilungsoptionen, PCH-Lanes*	×1/–/×1/–/×4/×1/×1	×1/–/–/×1/×2/×1/×1 oder ×0/–/–/×0/×4/×1/×1	×1/–/–/×1/×2/–/×1 oder ×1/–/–/×0/×4/–/×0
SATA	6× 6 GBit/s (6× H370)	6× 6 GBit/s (6× B360)	6× 6 GBit/s (6× H370)
NVME, Anbindung	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×2	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×2 (deaktiviert 1× PCI-E-×1)	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4
Onboard-LAN & Wireless	1× GBit (Intel I219-V) & 802.11 ac; Bluetooth 5 (Intel 9560NGW; Antennen via Slotblech)	1× GBit (Intel I219-V) & –	1× GBit (Intel I219-V) & – (vorbereitet: M.2 e-Key, PCI-E-3.0-×1; Antennenhalterung)
Monitor-Anschlüsse	HDMI/DVI-D	HDMI/Display Port/DVI-D	HDMI/DVI-D/D-Sub
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 2×/2× USB 3.0; 4×/2× USB 2.0	3×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 0×/2× USB 3.0; 4×/2× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 2×/4× USB 3.0; 2×/3× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header
Sound-Chip; Audio-Aus-/Eingänge	Realtek ALC1220; 7.1/Eingang ×2	Realtek "S1220A"; 7.1, optisch/1× Stereo	Realtek ALC892; 5.1/Eingänge nur als Doppelbelegung
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein	Nein/nein/nein
Lüfteranschlüsse	5× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM	4× 4-Pin PWM
Sonstige Anschlüsse & sonstige Ausstattung	2× RGBW-LED-Streifen; 2× adressierbare LED-Streifen (5 V und 12 V) & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; Thunderbolt-Header	1× RGB-LED-Streifen; 1× Temperatursensor & Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper;regelbare RGB-Beleuchtung	Clear-CMOS-Jumper; Thunderbolt-Header;
Beiliegend	2× SATA-Kabel; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; 1× RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; Handbuch Deutsch
Eigenschaften (20%)	**2,47**	**2,60**	**3,21**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben**	55/64 Millimeter; 66/64 Millimeter (max. Höhe 27 mm)	55/64 Millimeter; 48/59 Millimeter (max. Höhe 29 mm)	52/61 Millimeter; – (18 mm flach)
Abstand CPU <> PCI-E-×16; PEG 1 <> 2**	93 Millimeter; – (nur ein PEG)	94 Millimeter; – (nur ein PEG)	94 Millimeter; – (nur ein PEG)
Multiplikator-CPU/-AVX/aktive Kernzahl/ Referenztakt	Absenkbar/gekoppelt/einstellbar/nicht einstellbar	Absenkbar/gekoppelt/einstellbar/nicht einstellbar	Nicht einstellbar/gekoppelt/einstellbar/nicht einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,8 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,7 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,5 Volt
I/O-/IMC-/PCH-Spannung	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/nicht einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-2667; 2,00 Volt	DDR4-2666; 1,80 Volt	DDR4-2666; 1,55 Volt
Lüftersteuerung	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	–/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	– (Werkseinstellungen erlauben 115 W CPU-Leistungsaufnahme)	–	Werkseinstellungen erlauben 145 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung möglich
Leistung (60%)	**1,68**	**1,59**	**1,71**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	99,76 MHz	99,76 MHz	99,73 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	153,0 Fps	154,4 Fps	155,5 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	110,2 Sekunden	110,6 Sekunden	110,2 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	37.726 MB/s	38.144 MB/s	38.863 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	22,1 Sekunden	19,4 Sekunden	13,7 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./PCH* **	49/65/36 °C	61/51/40 °C	77/63/43 °C
Stromverbrauch** Soft-Off/Leerlauf/Last***	1,0/31,3/333 Watt	4,0/34,5/303 Watt	2,1/34,0/315 Watt
FAZIT	⊕ Viele Anschlüsse inkl. WLAN ⊖ Kein OC	⊕ Intelligentes Layout; Temperatursensoranschluss ⊖ Kein OC	⊕ Günstig, 2× M.2 32 GBit/s ⊖ Knapper Spannungswandlerkühler
	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,44**

Testsystem: Core i7-8700K, Asus Strix GTX 1080 110% powertarget, 91°C temptarget; 2× 8 GiB Kingston DDR4-2666; Samsung 960 Pro 512 GB; EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Spannungswandler links" des Sockels respektive „oben" darüber; Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Core i7-8700K und Asus GTX 1080 an Seasonic 80-Plus-Gold-Netzteil.

Arbeitsspeicher

Ohne Speicher geht's nicht und mit dem falschen kommt keine Freude auf: PCGH erläutert, worauf Sie bei dem Erwerb und der Konfiguration von RAM-Modulen achten sollten.

Der Arbeitsspeicher hält die Daten bereit, die zwar nicht in den blitzschnellen, aber nur wenige Megabyte großen Cache des Prozessors passen, bei denen das Warten auf eine SSD oder Festplatte aber zu lange dauern würde. Arbeitsspeicher spielt daher eine kritische Rolle für jeden PC.

DDR-Grundlagen

Seit über 15 Jahren kommen unterschiedliche Ausbaustufen von DDR-SDRAM zum Einsatz. Der Namensbestandteil RAM (Random-Access Memory) weist darauf hin, dass auf den gesamten Speicher mit nahezu identischer Geschwindigkeit zugegriffen werden kann. Synchronous Dynamic RAM ist an den Systemtakt (in einem bestimmten Verhältnis) gekoppelt und bietet einen getrennten Daten- und Steuerbus. Bei der Ausbaustufe DDR-SDRAM werden sowohl die steigende als auch die fallende Flanke des Taktsignals zur Datenübertragung genutzt, die Rohleistung verdoppelt sich – man spricht von Double Data Rate (DDR). DDR-Module takten also nicht höher, sondern übertragen doppelt so viele Daten pro Takt. Wundern Sie sich daher nicht, wenn Software wie CPU-Z den Takt eines DDR4-2400-Moduls nur mit 1.200 MHz angibt. Der DDR-Wert ist nämlich nur eine effektive Taktrate, die angibt, mit wie viel Megahertz ein SDRAM-Modul ohne DDR-Technik laufen müsste.

DDR3-RAM ist seit rund zehn Jahren im Handel und dementsprechend weit verbreitet. Seit 2014 ist die aktuelle Ausbaustufe DDR4 erhältlich, die eine Reihe von Verbesserungen bietet. Für PC-Spieler ist vor allem relevant, dass der aktuelle Standard höhere Übertragungsraten und Kapazitäten ermöglicht.

Die Plattformen

DDR3 und DDR4 sind nicht miteinander kompatibel, Einkerbungen an der Kontaktleiste verhindern das Einsetzen in Steckplätze für eine andere Generation. Welcher der beiden Speicherstandards für Ihren Rechner infrage kommt, hängt von der Plattform ab:

- Auf Mainboards mit Intels Sockel 2011-v3, 2066 und den AMD-Sockeln AM4 und TR4 lässt sich nur DDR4-Speicher installieren. Dessen Standardspannung beträgt 1,20 Volt, Übertakter-Kits sind typischerweise für 1,35 Volt ausgelegt.
- Coffee-Lake-Prozessoren und Sockel-1151-(CFL-)Boards sind nur für DDR4-RAM freigegeben (obwohl es mit modifizierter Hardware möglich ist, Coffee-Lake-CPUs mit DDR3-RAM zu nutzen). Auch die meisten älteren Sockel-1151-(SKL-)Platinen sind nur für DDR4-RAM ausgelegt. Sowohl Kaby Lake als auch Skylake sind zudem für DDR3L freigegeben, also DDR3-Sticks mit einer niedrigeren Spannung von 1,35 Volt. Der Betrieb mit Standardmodulen ist möglich, aber nicht von der Garantie gedeckt. Zudem gibt es nur wenige Mainboards mit DDR3-Steckplätzen.
- Alle älteren AMD- und Intel-Plattformen, etwa die Sockel AM3(+), FM2(+), 1150 und 1155, sind für DDR3-Module ausgelegt. Deren Standardspannung beträgt 1,50 Volt, Overclocking-Kits sind meistens für 1,65 Volt spezifiziert.

Grundsätzliches

Unabhängig vom Speichertyp sollten Sie vor dem Kauf folgende Fragen klären, bei denen das Handbuch oder die Hersteller-Website oft weiterhelfen:

- Wie viele (freie) Steckplätze befinden sich auf der Hauptplatine?
- Überragt der CPU-Kühler die Steckplätze, sodass die Höhe der RAM-Module begrenzt wird?
- Welche Speichermenge in GiByte ist maximal (insgesamt/pro Modul) zulässig?
- Für welche Taktfrequenz sind CPU und Mainboard ausgelegt?

- Gibt es sonstige Beschränkungen, etwa bezüglich des internen Aufbaus (Memory Ranks pro Modul)?
- Für Übertakter: Sind die Komponenten für Speicher-Overclocking geeignet?

Neben der Hardware begrenzt auch das Betriebssystem die sinnvolle RAM-Größe. Windows 7 Home Premium unterstützt zum Beispiel nur bis zu 16 GiByte, Windows 8 und 10 mindestens 128 GiByte (in der 64-Bit-Version).

AMDs FX-Serie und Ryzen unterstützen ECC, in Desktop-PCs reicht allerdings „unbuffered", „unregistered" RAM ohne ECC aus. Hinter den Begriffen „fully buffered", „registered" und „ECC" stecken Techniken, die typischerweise die Datenintegrität von Servern mit sehr großen Speichermengen sicherstellen.

Haben Sie freie Steckplätze und möchten Sie die RAM-Menge aufstocken, können Sie der Einfachheit halber den aktuell verbauten Speicher nachkaufen. Ist baugleicher Speicher nicht mehr (zu einem vernünftigen Preis) erhältlich, bietet sich der Griff zu Sticks mit ähnlichen Eigenschaften (Taktrate, Kapazität, Spannung, Timings, Ranks) an. Im Handbuch und auf der Support-Website Ihres Mainboards finden Sie meist Listen kompatibler Speichermodule. Deren Relevanz sollten Sie aber nicht überbewerten: Für Produkttests verwenden wir regelmäßig RAM-Kits, die nicht auf diesen Listen stehen. Inkompatibilität tritt dank präziser Design-Vorgaben durch die Standardisierungsstelle JEDEC für jede DDR-Generation sehr selten auf. Kommt es doch mal zu Problemen, hilft oft schon ein BIOS-Update.

DDR4 wieder günstig

Gegenüber den Höchstpreisen Ende 2017 hat sich der Preis von Arbeitsspeicher bis zum Frühjahr 2019 in etwa halbiert. Der Preisverfall soll sich noch bis zur Jahresmitte fortsetzen, sodass die nächsten Wochen einen guten Zeitpunkt darstellen, um auf eine Plattform mit DDR4-RAM umzusteigen oder einfach nur die Speicherkapazität zu erhöhen. Konkrete Empfehlungen von 8 bis 64 GiByte Kapazität finden Sie am Ende dieses Artikels.

DDR3 noch erhältlich

Die Anzahl der verfügbaren DDR3-Kits bei Händlern nimmt stetig ab, High-End-Modelle mit Taktraten über DDR3-2400 finden Sie beispielsweise bei keinem Händler mehr als Neuware. Unter Umständen lohnt es sich also, sich auf dem Gebrauchtmarkt umzusehen. Falls Sie die Lebenszeit eines DDR3-Systems mit einem Speicherkauf verlängern möchten, sollten Sie folgende Produkte in die engere Auswahl nehmen:

- Günstige 2 × 4 GiByte, ca. 40 Euro: Mushkin Stealth Stiletto 996995S (DDR3-1600, 9-9-9-24, 1,50 Volt) – www.pcgh.de/preis/992061
- Schnelle 2 × 4 GiByte, ca. 65 Euro: G.Skill Trident Z F3-2400C10D-8GTX (DDR3-2400, 10-12-12-31, 1,65 Volt) – www.pcgh.de/preis/764626
- Günstige 2 × 8 GiByte, ca. 75 Euro: G.Skill Ares F3-1600C10D-16GAO (DDR3-1600, 10-10-10-30, 1,50 Volt) – www.pcgh.de/preis/734667
- Schnelle 2 × 8 GiByte, ca. 120 Euro: G.Skill Trident Z F3-2400C10D-16GTX (DDR3-2400, 10-12-12-31, 1,65 Volt) – www.pcgh.de/preis/764621

Welche Kapazität soll es sein?

Die wichtigste Eigenschaft von RAM ist die Kapazität, denn sie hat den größten Einfluss auf die Leistung des gesamten Systems. Bei einer zu kleinen Speichermenge müssen häufig Inhalte von der SSD oder HDD angefragt werden, da der Arbeitsspeicher voll ausgelastet ist und nicht alle benötigten Daten vorrätig halten kann. Da diese Speichermedien hinsichtlich der Transferrate und Zugriffszeit deutlich langsamer als RAM sind, bekommen Sie diese Wartezeiten bei der Nutzung des PCs zu spüren. Bei einfachen Aufgaben wie Internet-Surfen ist das noch zu verschmerzen, bei PC-Spielen ist aber schnell die Grenze des Erträglichen erreicht.

Die richtige Speichermenge

Zu viel Speicher gibt es nicht. Allerdings können Sie eine höhere Systemleistung erzielen, wenn Sie Ihr Geld statt in einfach möglichst viel Arbeitsspeicher in die tatsächlich benötigte Kapazität und RAM-Module mit besseren Leistungswerten (Takt/Timings) stecken. PC Games Hardware hat zuletzt in den Titeln Battlefield 1, The Division, The Witcher 3, Doom und Skyrim Special Edition (inklusive Grafikmods) in einigen Messreihen untersucht, welche Leistungsunterschiede sich durch den Einsatz von 4, 8, 16 und 32 GiByte RAM ergeben. Zur Analyse eignen sich Frametime-Diagramme am besten, da sie kleine Nachladeruckler gut sichtbar machen, die sich in Balken-Benchmarks nur durch leicht niedrigere Minimum- oder Durchschnitts-Fps zeigen. Wenn das System innerhalb weniger Minuten mehrfach kurz stockt, leidet das Spielvergnügen stärker, als man anhand der durchschnittlichen Framerate vermuten würde.

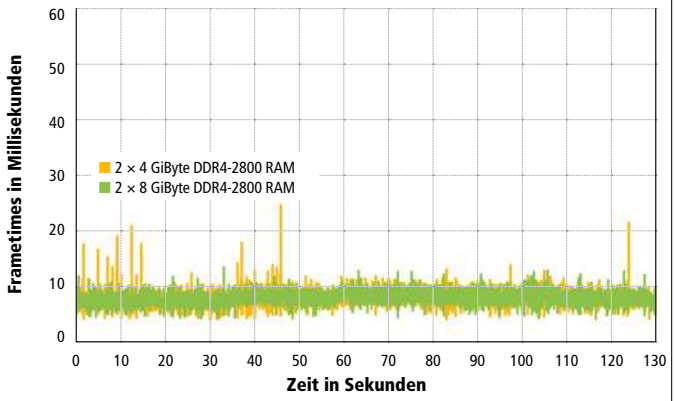
4 GiByte sind unzureichend, selbst für Low-Budget-PCs. Mit 8 GiByte waren alle Titel spielbar, Sie müssen aber mit Einschränkungen rechnen: Im Direktvergleich mit 16 GiByte treten mit der halben Speicherkapazität zum Beispiel in Battlefield 1 mehr Mikroruckler auf. Die Frametimes steigen in diesen Fällen auf 20 bis 25 ms, während die Frametimes mit 16 GiByte bei maximal 15 ms Verzögerung liegen. Da die größeren Schwankungen mit 8 GiByte irritieren, schließen wir uns der immer häufiger von Entwicklern ausgegebenen Empfehlung an: Mit 16 GiByte sind Sie in aktuellen Spielen gut aufgestellt. In Einzelfällen wie Ark Park liegt bereits die minimale Systemanforderung bei 16 GiByte!

32 GiByte bringen im Direktvergleich mit 16 GiByte kaum Vorteile, auch mit dieser Speichermenge können gelegentlich minimale Ruckler auftreten. Das liegt oft aber nicht an Speichermangel, sondern an Eigenheiten der Engine. Gerade Open-World-Titel legen selbst mit viel RAM immer mal wieder eine kurze Nachladepause ein. 32 GiByte sind für Spieler interessant, die ein größeres Budget haben, für alle Fälle gewappnet sein oder gerne Multi-Tasking betreiben möchten. Falls Ihnen das Preis-Leistungs-Verhältnis sehr wichtig ist, lohnt sich diese RAM-Menge noch nicht. Angesichts der gefallenen Preise sind 32 GiByte für Aufrüster mit mittel- bis langfristigem Horizont dennoch empfehlenswert. Schon mit der nächsten Konsolengeneration könnte der RAM-Bedarf von Spielen wieder deutlich steigen.

Falls Sie intensiven Gebrauch von Bildbearbeitung, virtuellen Maschinen und/oder RAM-Disks machen, benötigen Sie womöglich mehr als 16 oder 32 GiByte Speicher. In diesem Fall können Ihnen Herstellerempfehlungen, die Erfahrungen anderer Nutzer und eigene Beobachtungen weiterhelfen. Photoshop reserviert sich etwa standardmäßig 70 Prozent des zur Verfügung stehenden Arbeitsspeichers und gibt einen Effizienzwert aus, der im Idealfall bei 100 % liegt. Niedrigere Werte weisen auf eine Auslagerung auf die SSD/HDD hin, mehr RAM könnte helfen.

Zweimal 4 GiByte gegen zwei 8-GiByte-Riegel

Battlefield 1 – 1.920 × 1.080, „Amiens Extended", Ultra, TAA



System: i7-6900K @ 4,0 GHz, X99, PNY Geforce GTX 1080/8G OC (2.000 MHz,10 GT/s) **Bemerkungen:** 2 × 4 GiByte – Ø-FT: 8,0 ms; schlechtestes Prozent: 11,5 ms; Ø-Fps: 125,2; 2 × 8 GiByte – Ø-FT: 7,9 ms, schlechtestes Prozent: 10,9 ms; Ø-Fps: 126,6 Fps; 16 GiByte bringen recht deutliche Vorteile gegenüber 8 GiByte.

Was sonst noch zählt: Kanäle, Takt, Timings und mehr

Indem der RAM-Controller zwei, drei oder vier Module gleichzeitig anspricht, lässt sich die Transferrate deutlich erhöhen. Welche Art des Mehrkanalbetriebs Sie nutzen können, hängt von der verwendeten Plattform ab:

- Single Channel ist der Basisbetrieb bei der Verwendung lediglich eines Moduls.
- Dual Channel ist die am häufigsten genutzte Beschleunigungstechnik, die durchgehend in der Mittelklasse zum Einsatz kommt. Vom Parallelbetrieb zweier Kanäle mit mindestens zwei Riegeln profitieren unter anderem die Besitzer von Mainboards mit den Sockeln AM3(+), AM4, FM1, FM2(+), 1150, 1151, 1155 und 1156.
- Triple Channel debütierte 2008 mit den ersten Core-i7-Prozessoren für den Sockel 1366. Für diese Technik werden mindestens drei Module benötigt.
- Quad Channel, also die gleichzeitige Nutzung von vier Kanälen mit mindestens vier Modulen, steht für die Intel-Sockel 2011(-v3), 2066 und AMDs Threadripper-Sockel TR4 zur Verfügung.

Alle Plattformen unterstützen auch einfachere Mehrkanalverfahren. Auf einem Sockel-2066-PC können Sie also beispielsweise auch Dual und Triple Channel nutzen.

Kits sind kein Muss

Die Fähigkeit zum Mehrkanalbetrieb ist eine Eigenschaft des in den Prozessor integrierten Speichercontrollers. Im Handel angebotene Dual-, Triple- oder Quad-Channel-Kits sind lediglich vom Hersteller für den Mehrkanalbetrieb zusammengestellte, baugleiche Riegel. Diese Produkte sind daher zwar empfehlenswert, aber kein Muss, um die Vorteile des Mehrkanalverfahrens nutzen zu können.

Gleiche Kapazität pro Kanal

Jeder RAM-Slot auf dem Mainboard ist einem Kanal zugeordnet. Für den optimalen Betrieb muss die in allen Kanälen zur Verfügung stehende Speichermenge identisch sein. Für Dual Channel besteht also die einfachste Methode darin, zwei Module mit identischer Kapazität in die richtigen Slots zu stecken. Bei einer Hauptplatine mit vier Steckplätzen sind das oft der am weitesten vom Prozessor entfernte sowie der ihm zweitnächste Steckplatz. Üblicherweise gehören die beiden inneren Steckplätze zu einem Kanal, die beiden äußeren Einbaumöglichkeiten zum anderen Kanal. Ziehen Sie bei Zweifeln das Handbuch Ihres Mainboards hinzu.

Auch mit drei Modulen funktioniert Dual Channel, solange Sie zwei Module mit der halben Kapazität des größeren Moduls haben. Dann stecken Sie z. B. 1 × 8 GiByte in einen Steckplatz von Kanal A und 2 × 4 GiByte in zwei Steckplätze von Kanal B. Bei vier Modulen können Sie nach dem gleichen Prinzip vorgehen. Falls es nicht möglich sein sollte, alle Kanäle mit der gleichen Kapazität zu bestücken, dann sollten Sie die Module so auf die Steckplätze verteilen, dass Sie der Idealverteilung möglichst nahekommen. Dieses Prinzip gilt auch für Triple und Quad Channel, nur müssen Sie bei vielen unterschiedlichen Sticks mitunter mehr kopfrechnen, um die beste Belegung herauszufinden.

Die Vorteile

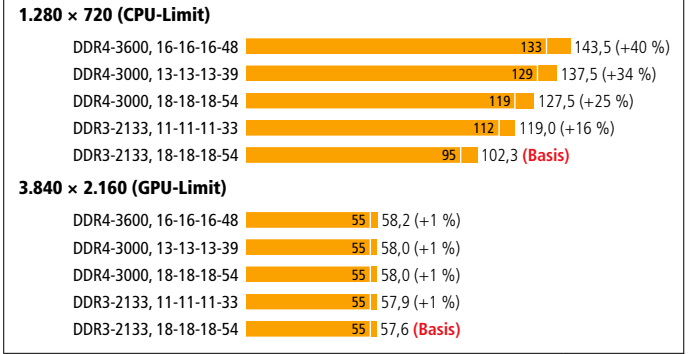
Im Alltag bringt Mehrkanalbetrieb den größten Nutzen, wenn mehrere Programme gleichzeitig auf den Arbeitsspeicher zugreifen. Wenn Sie beispielsweise einige Gigabyte Daten komprimieren und in der Zwischenzeit nicht warten, sondern etwas spielen möchten, verhelfen mehr Speicherkanäle sowohl zu höheren Bildraten als auch einer kürzeren Kompressionszeit. In Spielen profitieren Sie ohne Hintergrundlast aber auch dann, wenn nicht die Grafikkarte bremst.

Der Mehrkanalbetrieb erhöht den Speicherdurchsatz deutlich und ist praktisch kostenlos, da sich Einzelmodule und Kits mit der gleichen Gesamtkapazität preislich kaum unterscheiden. Sehr hohe Speichermengen lassen sich sogar erst mit mehreren Modulen erreichen. Greifen Sie bei einem Neukauf am besten gleich zu einem Dual-/Quad-Channel-Kit mit zwei/vier identischen Sticks. Wenn Sie Module ersetzen oder die RAM-Menge aufstocken möchten, dann berücksichtigen Sie das Thema Mehrkanalbetrieb vor dem Kauf.

Overclocking-Überlegungen

Neben der Speichermenge und der Kanalbündelung haben auch die Taktfrequenz, die Timings und der interne Aufbau der RAM-Module

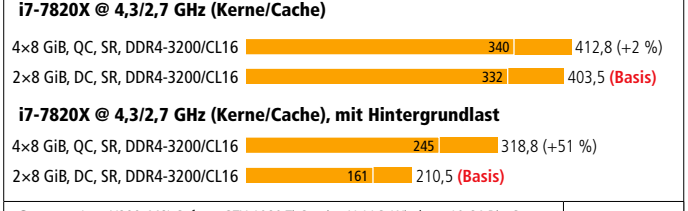
The Witcher 3: CPU- und GPU-Limit



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz, Asus Maximus VIII Extreme, 2 × 8 GiByte single-ranked, EVGA GTX 980 Ti; Win 10 64 Bit, Geforce 359.06 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Limitiert die Grafikkarte die Framerate, dann ist RAM-Overclocking wirkungslos.

Min. Ø Fps
▶ Besser

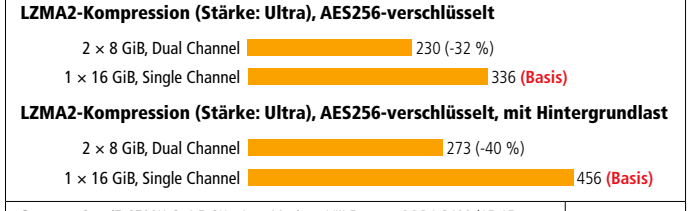
Dual vs. Quad Channel (Quake Champions)



System: Asus X299, MSI Geforce GTX 1080 Ti Gaming X 11G; Windows 10 64 Bit, Geforce 385.41 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** DC/QC = Dual/Quad Channel, DR/SR = Dual/Single Rank. Bei hoher Hintergrundlast lässt ein Quad-Interface seine Muskeln spielen.

Min. Ø Fps
▶ Besser

7-Zip: Ca. 3 GB komprimieren und verschlüsseln



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz, Asus Maximus VIII Extreme, DDR4-2400 (15-15-15-35 2T), 8 GiByte single-ranked, 16 GiByte dual-ranked, EVGA Geforce GTX 980 Ti; Windows 10 64 Bit, Hintergrundlast 2 × HCI Memtest (1 GiB)

Sekunden
◀ Besser

SILENT BASE 801

Exzellent leise und benutzerfreundlich

- Drei vorinstallierte Pure Wings 2 140mm PWM Lüfter
- Lüftersteuerung für bis zu sechs Lüfter mit PWM-Hub Option
- Unterstützt Radiatoren bis zu 420mm Länge
- Invertierbares Mainboard-Tray

be quiet!®

eine Auswirkung auf die Leistung des PCs.

AMD und Intel geben relativ niedrige unterstützte RAM-Taktraten an, Übertakter können fast immer durch RAM-Overclocking zusätzliche Leistung aus dem System herauskitzeln. Grundsätzlich lassen sich alle Module übertakten, für gute Ergebnisse kommt es aber vor allem auf die verbauten Chips an. Die Samsung-Bausteine K4A8G085WB-BCPB (B-Die) zählen zu den potentesten DDR4-Modellen. Die Hersteller sparen jedoch mit Informationen zu den aufgelöteten Exemplaren, sodass ein gezielter Kauf schwierig ist. In PCGH-Tests geben wir nach Möglichkeit die Chips an, die sich mit Software wie Thaiphoon Burner auslesen lassen. Auf der sicheren Seite sind Sie mit gut spezifizierten, aber auch teureren Kits. Glücklicherweise verkraften selbst Low-Budget-Kits mittlerweile hohe Taktraten: Beim Vergleich von günstigen Kits mit 2 × 8 GiByte konnten wir Anfang 2019 mit einem Intel-Z270-System alle neun Exemplare bei 1,35 Volt stabil auf DDR4-3600 übertakten.

Für höhere Taktfrequenzen benötigen Sie ein wenig Glück bei der Chipgüte und eine geeignete Plattform. Auch die Bestückung spielt eine wichtige Rolle. Faustregel: Je mehr Speichermodule installiert sind, desto eher tendiert das System zu Instabilität. Die Intel-Prozessoren aus der K-Serie für den Sockel 1151 eignen sich tendenziell besser als Sockel-2011v3-CPUs oder AMD Ryzen, um Taktraten über DDR4-3200 zu erreichen. Die meisten OC-Riegel unterstützen XMP. Wenn Sie im UEFI-Menü ein solches Profil laden, läuft der Speicher nach dem Neustart übertaktet, falls die Plattform mitspielt.

Die Timings entscheiden darüber, wie viele Taktzyklen für eine bestimmte Operation vergehen, niedrige Timings sind daher besser. Üblicherweise sind vier Latenzen, nämlich CAS (CL), RCD, RP und RAS hintereinander aufgeführt, etwa 15-15-15-35. Da es sich um relative Werte handelt, die an die Taktfrequenz gekoppelt sind, behelfen sich manche PC-Tuner auf der Suche nach der idealen Konfiguration damit, anhand der Eckdaten die effektive Zugriffszeit auszurechnen, etwa so: (CAS-Latenz/halber DDR-„Takt“) × 1.000 = Zugriffszeit in Nanosekunden

Die Rechnung ist aber nur für grobe Vergleiche zu gebrauchen, denn unsere Benchmarks zeigen: Das Taktplus ist wichtiger, selbst wenn die errechnete Zugriffszeit etwas höher ausfällt. Ein Grund hierfür ist, dass bei einer Burst-Übertragung nicht nur ein einzelner Zugriff, sondern auch ein Transfer von Daten stattfindet, der bei einem höheren Takt schneller abgeschlossen ist.

Dual Rank flotter pro MHz

Die Anzahl der Ranks beschreibt den internen Aufbau der Speichermodule. Module mit einer hohen Kapazität sind meistens dual-ranked. DDR4-Sticks mit 4 GiByte sind grundsätzlich single-ranked, DDR3-Sticks mit 8 GiByte dual-ranked. Mehr Ranks bringen dank Rank-Interleaving ein kleines Leistungsplus. Für die Geschwindigkeit spielt es aber keine Rolle, auf wie vielen Modulen die Ranks verteilt liegen. Vier Single-Rank-Sticks sind bei einem Dual-Channel-System also genau so schnell wie zwei Dual-Rank-Module.

Kühlung und Optik

Kühlkörper auf RAM-Sticks senken zwar die Temperatur, sind zum stabilen Betrieb aber nicht erforderlich. Insofern können Sie zu dem Design greifen, das Ihnen am besten gefällt – vergessen Sie aber nicht, auf ausreichend Platz für übergroße Module zu achten. Gegen einen Aufpreis erhalten Sie mittlerweile von fast jedem Hersteller Produkte mit RGB-LEDs, die sich bei einigen Kits sogar einzeln adressieren lassen. Falls Sie die LEDs mit anderen Komponenten über den RGB-Anschluss auf dem Mainboard synchronisieren möchten, dann achten Sie auf Kompatibilität zu Asus Aura, MSI Mystic Light & Co. *(sw)*

Bei den neuen Dominator Platinum RGB nutzt Corsair Capellix-LEDs: Die Dioden werden direkt auf dem PCB platziert und fallen kompakter, energieffizienter und leuchtstärker aus. Jede LED lässt sich einzeln über die Software Corsair Icue adressieren.

Einfluss der Kühlung und Spannungen

Temperaturen (ermittelt mit Foliensensoren zwischen den Speicherchips)

8 × 8 GiB, 1,20 Volt, mit Kühler	43,9
4 × 8 GiB, 1,35 Volt, mit Kühler	45,0
8 × 8 GiB, 1,35 Volt, mit Kühler	47,9
8 × 8 GiB, 1,20 Volt, ohne Kühler	50,6
8 × 8 GiB, 1,35 Volt, ohne Kühler	56,7

System: Core i7-5820K @ 3,5 GHz, Asus Rampage V Extreme (UEFI 1401), Zotac GT 640, offene Testplattform; Windows 8.1 x64 **Bemerkungen:** Wer die Speicherspannung erhöht, muss sich auf signifikant höhere Temperaturen gefasst machen.

°C
◀ Besser

Kingdom Come: Deliverance (720p, max. Details)

i9-9900K @ 5,0/5,0 GHz (Kerne/Cache)

4×8 GiB, DC, SR, DDR4-3200/CL16	23	45,5 (+15 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-3200/CL16	22	44,6 (+12 %)
2×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL12	21	42,8 (+8 %)
4×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL12	22	42,3 (+7 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL12	21	42,0 (+6 %)
2×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL16	21	41,2 (+4 %)
4×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL16	21	41,1 (+4 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL16	20	39,7 (Basis)
4×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL16	20	39,5 (-1 %)

Ryzen 7 2700X @ 4,2 GHz

4×8 GiB, DC, SR, DDR4-3200/CL16	17	31,3 (+14 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-3200/CL16	18	30,6 (+11 %)
2×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL12	18	29,7 (+8 %)
4×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL12	16	29,0 (+5 %)
4×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL16	17	28,8 (+5 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL12	16	28,5 (+4 %)
2×8 GiB, DC, DR, DDR4-2400/CL16	16	28,4 (+3 %)
4×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL16	16	28,2 (+3 %)
2×8 GiB, DC, SR, DDR4-2400/CL16	16	27,5 (Basis)

System: Asus Maximus X Hero (UEFI 1704), Asus Crosshair VII Hero (UEFI 0601), Geforce GTX 2080 FE; Win 10 64 Bit v1803 (Build 17134), Geforce 416.94 WHQL
Bemerkungen: DC/QC = Dual/Quad Channel, DR/SR = Dual/Single Rank

P99 Ø Fps
▶ Besser

DARK ROCK 4
Kompromisslos leise Kühlung der Superlative
- Massive Kühlleistung von bis zu 250W TDP
- Nahezu unhörbare Silent Wings Lüfter
- Wellenförmige Kühllamellen verbessern die Luftzirkulation
- Bis zu sieben Hochleistungs-Heatpipes aus Kupfer

be quiet!®

Preiswerte 2 × 8 GiByte DDR4

G.Skill Aegis F4-3000C16D-16GISB: DDR4-3000, 16-18-18-38, 1,35 Volt, Modulhöhe 3,2 cm

Die Riegel kommen ohne Heatspreader daher und zählen seit langem zu den günstigsten Kits mit einer Freigabe für DDR4-3000. Unser Testmuster ließ sich bei 1,35 Volt auf DDR4-3600 übertakten, für DDR4-3333 reichte die Standardspannung von 1,20 Volt allerdings nicht mehr aus.

www.pcgh.de/preis/1474853

ab ca. € 85,-

2 × 8 GiByte DDR4 für Tuner

G.Skill Trident Z F4-3600C15D-16GTZ: DDR4-3600, 15-15-15-35, 1,35 Volt, Modulhöhe 4,4 cm

Das DDR4-3600-Kit mit den niedrigsten garantierten Timings am Markt ist mit potenten Samsung-Chips (B-Die) bestückt, welche je nach Bedarf noch höhere Taktfrequenzen oder besonders knappe Timings bei einem reduzierten Takt ermöglichen. Hiermit werden sowohl AMD- als auch Intel-Tuner glücklich.

www.pcgh.de/preis/1439046

ab ca. € 230,-

Preiswerte 2 × 16 GiByte

G.Skill Aegis F4-3000C16D-32GISB: DDR4-3000, 16-18-18-38, 1,35 Volt, Modulhöhe 3,2 cm

Mit ingesamt 32 GiByte sollten Spieler für mehrere Jahre keine Probleme mit Speichermangel haben. 16-GiByte-Module sind im Gegensatz zu aktuellen 8-GiByte-Riegeln dual-ranked organisiert. Sie liefern in der Praxis etwas mehr Leistung als Sticks mit halber Kapazität und sonst identischen Eckdaten.

www.pcgh.de/preis/1798024

ab ca. € 170,-

2 × 16 GiByte DDR4 für Tuner

G.Skill Ripjaws V F4-3200C14D-32GVK: DDR4-3200, 14-14-14-34, 1,35 Volt, Modulhöhe 4,2 cm

Bei den garantierten Eckdaten können Sie sich sicher sein, dass hier die Bausteine Samsung B-Die zum Einsatz kommen. Aufgrund der doppelten Kapazität ist der Tuning-Spielraum zwar tendenziell ein wenig geringer, dank Dual-Rank-Aufbau ist die Leistung aber trotzdem exzellent.

www.pcgh.de/preis/1382377

ab ca. € 350,-

Preiswerte 4 × 4 GiByte

Corsair Vengeance LPX CMK16GX4M4A2666C16R: DDR4-2666, 16-18-18-35, 1,20 Volt, Modulhöhe 3,5 cm

Das Kit gibt es wahlweise auch in Schwarz (CMK16GX4M4A2666C16) oder Blau (CMK16GX4M4A2666C16B), wodurch Sie zur Wunschfarbe oder einfach der zum Kaufzeitpunkt günstigsten Variante greifen können. Das Kit bietet sich für ein Quad-Channel-System (Sockel 2011-v3, 2066, TR4) an.

www.pcgh.de/preis/1186669

ab ca. € 110,-

Preiswerte 4 × 8 GiByte

Hyper X Predator HX430C15PB3K4/32: DDR4-3000, 15-15-15-35, 1,35 Volt, Modulhöhe 4,3 cm

Vier Single-Rank-Sticks bieten auf Dual-Channel-Systemen – sofern Takt und Timings gleich sind – eine zwei Dual-Rank-Riegeln ähnelnde Leistung, belegen aber alle Steckplätze. Daher bieten sich 4 × 8 GiByte vor allem für Quad-Channel-fähige PCs an, bei denen 2 × 16 GiByte im Nachteil sind.

www.pcgh.de/preis/1452862

ab ca. € 220,-

4 × 8 GiByte DDR4 für Tuner

G.Skill Ripjaws V F4-3200C14Q-32GVK: DDR4-3200, 14-14-14-34, 1,35 Volt, Modulhöhe 4,2 cm

Auf diesen Sticks sollten stets die beliebten Samsung B-Die verbaut sein, die über viel Tuning-Reserven verfügen. Nutzer einer aktuellen Intel-Plattform können DDR4-4000 anpeilen. Ryzen-Nutzer werden nicht so weit vorstoßen, können aber mehr Leistung über optimierte (Sub) timings herausholen.

www.pcgh.de/preis/1382580

ab ca. € 360,-

4 × 16 GiByte DDR4 für Profis

Ballistix Sport AT BLS4K16G4D30CEST: DDR4-3000, 17-19-19-x, 1,35 Volt, Modulhöhe 3,6 cm

Für PC-Spieler ist diese Speichermenge stark übertrieben, doch für Anwender, die intensives Multi-Tasking betreiben und virtuelle Maschinen oder hochauflösende Bild-/Videodateien bearbeiten, können 64 GiByte genau richtig sein. Die CPU sollte für diese Szenarien mindestens 8 Kerne haben.

www.pcgh.de/preis/1842609

ab ca. € 380,-

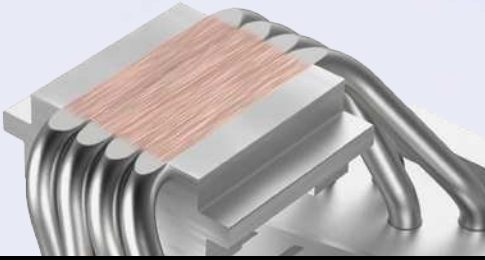
Alpenföhn®

MEHR INFORMATIONEN

ENGINEERED IN GERMANY

LEISTUNGSSTARK. KOMPAKT. HOHE KOMPATIBILITÄT

- Asymmetrischer Aufbau des Kühlkörpers
- Wing Boost 3 120mm Premium Lüfter
- bis zu 170W TDP
- 149mm Einbauhöhe für maximale Kompatibilität
- einfaches RockMount2 Montagesystem



BROCKEN ECO ADVANCED

Socket LGA 2066 | Socket LGA 2011/v3 | Socket LGA 2011 | Socket LGA 1151 | Socket LGA 1150 | Socket LGA 1155

Socket LGA 1156 | Socket LGA 775 | Socket LGA 1366

Socket AM4 | Socket AM3(+) | Socket AM3 | Socket AM2(+) | Socket AM2 | Socket FM1

WWW.ALPENFOEHN.DE

Prozessor kalt gestellt

Eine schnelle CPU nützt wenig, wenn sie binnen Sekunden überhitzt oder wenn der PC so laut ist, dass man ihn gar nicht erst einschalten möchte. Unsere Übersicht versammelt die besten Kühler.

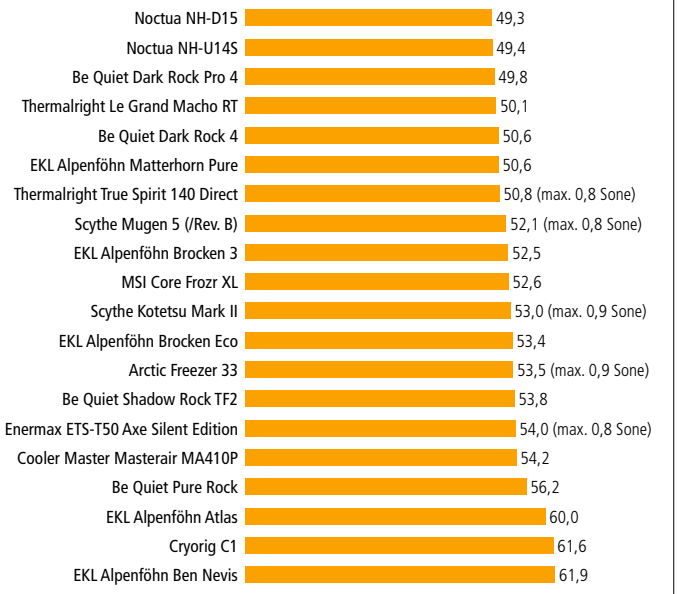
Spätestens übertaktet, aber auch beim Einsatz hochoptimierter Tools setzen CPUs große Mengen elektrischer Energie in Wärme um. Wird diese nicht schnell genug abgeführt, verhindern zwar Sicherheitsmechanismen bleibende Schäden, notgedrosselte Prozessoren erbringen aber nur einen Bruchteil ihrer Maximalleistung.

Die Grenzen

Überwachen lässt sich der Ist-Zustand beispielsweise mit dem Tool Core Temp. Zeigt dieses für Intel-Prozessoren Temperaturen von mehr als 90 bis 95 °C, arbeitet das System am thermischen Limit. Bei älteren AMD-Prozessoren mit anders positionierten Temperatursensoren liegt die Grenze teilweise sogar bei einer Anzeige von 70 °C. Aber auch die aktuellen Ryzens werden bevorzugt unter 95 °C betrieben. Neben dem sofortigen Leistungsverlust wirkt sich andauernde Überhitzung nämlich auch auf die Lebenserwartung der Hardware aus – umgekehrt können aktuelle Spitzenmodelle dank ihres opportunistischen Turbos etwaige Temperaturreserven in einen leicht höheren Systemtakt investieren. Auch bei Intel lassen sich die hohen Turbo-Taktraten mit einfachen Boxed-Kühlern deutlich seltener ausreizen. Dies gilt insbesondere in Kombination mit den Werkseinstellungen vieler Retail-Mainboards, die dem Prozessor gerne eine paar Watt zusätzlichen Energieumsatz erlauben (siehe Mainboard-Testtabelle in diesem Heft) und damit den Kühlungsbedarf beispielsweise eines Core i7-8700K von spezifizierten 95 W auf 130 bis 170 W steigern. Bei i9-9900Ks wurden sogar schon knapp 200 W beobachtet, ohne dass der Anwender selbst übertaktet hätte!

Effizienz: Kühlleistung pro Lautheit

CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter bei 1,0 Sone



System: 150 W TDP; Core Damage; EKL Permafrost; frontaler Lüfter 180 mm 330 U/min; Kühler freistehend, Messung frontal **Bemerkungen:** Die Messung bei 1,0 Sone ermöglicht den Vergleich auf Augenhöhe, trifft aber nicht den Sweet-Spot aller Kühler.

°C
◀ Besser

Laut heit versus Leistung

In der (Spiele-)Praxis fällt der Energieumsatz meist deutlich geringer aus, da reale Anwendungen nie alle Komponenten gleichzeitig voll auslasten können, sondern oft auf wechselnde Flaschenhälse warten. Aber auch im alltäglichen Teillastbetrieb zahlt sich ein großzügig dimensionierter Prozessorkühler aus. Moderne Onboard-Lüftersteuerungen setzen überschüssige Kühlleistung nämlich automatisch in langsamer drehende Lüfter und damit mehr Ruhe um. Eine individuelle Optimierung der Regelkurven auf das eigene System zahlt sich zwar zusätzlich aus, grundsätzlich gilt aber: Ein großes Leistungspotenzial lässt sich entweder in sehr niedrige Temperaturen bei gleichbleibendem Lärm oder aber bei gleichbleibenden, akzeptablen Temperaturen in flüsterleisen Betrieb investieren.

Die gleiche Balance gibt es auch aufseiten der Kühlerhersteller und damit der Testergebnisse. Während einige Kühler mit besonders starken, aber auch lauten Lüftern nach Leistungsrekorden streben, sind andere von vorneherein auf eine beschränkte Maximalleistung bei relativer Ruhe optimiert. Neben den erzielten Temperaturen muss also immer auch die benötigte Lautheit im Auge behalten werden – ein wirklich guter Kühler brilliert in beiden Disziplinen gleichzeitig. Mittelmäßige tauschen dagegen nur ein Übel gegen das andere, denn natürlich gibt es mehr Effizienz, also Leistung pro Lautheit, nicht umsonst: Gute, aber teure Lüfterdesigns und besonders sorgfältig verarbeitete Kühlkörper können ein bisschen Leistung herausschlagen, vor allem aber muss ein leiser Kühler mit weniger Luftbewegung auskommen. Um trotzdem die gesamte Wärme abzuführen, benötigt er dann einen entsprechend großflächigen Kühlkörper.

Mehr Lamellenoberfläche in das gleiche Volumen zu quetschen ist dabei nur für Hochleistungsmodelle eine Option. Leise Lüfter nehmen einen hohen Luftwiderstand dagegen schnell übel, weswegen sich Silent-Spezialisten nicht nur durch eine geringe Lüfterdrehzahl und einen hochwertigen Lüfter ohne Nebengeräusche (Vibrationen, Fiepen, Lagerrattern) auszeichnen. Sie setzten typischerweise auch auf große Lamellenabstände und entsprechend ausladende Bauweisen. Mini-Enthusiasten und Besitzer anderer enger Gehäuse sollten deswegen nicht nur aus Kostengründen kleinen CPU-Kühlern einen zweiten Blick widmen – manchmal passt ein Luxus-Monster genauso wenig in den PC wie ins Budget.

Mechanische Belastungen

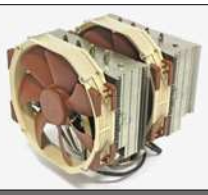
Auch in häufig transportierten PCs punkten kleine, flache Kühler: Sie üben geringere Kräfte auf das Mainboard aus. Anbieter von 1-kg-Kolossen empfehlen dagegen durchgängig die Demontage des Kühlers vor Transporten, auch wenn nur äußerst selten von Schäden berichtet wird. Leider nur eingeschränkt gilt dies für direkt von der Kühlerhalterung ausgehenden Kräften: Während viele Plattformen großzügige Sicherheitsreserven aufweisen, hat Intels Sockel 1151 sich als vergleichsweise empfindlich erwiesen. Laut Spezifikation sind auf diesem nur Kühler mit

Enermax ETS-50 Axe Silent Edition

Den originalen ETS-50 Axe haben wir bereits in der PCGH 01/2017 testen können – damals noch ohne den Zusatz „Silent Edition". Dieser Name ist aber Programm und macht die 2019er Edition des Kühlers zu einem komplett anderen Produkt. Anstelle des alten, bunt blinkenden und mit über 3 Sone röhrenden 120-mm-Lüfters der ursprünglichen Ausführung prangt jetzt ein mit maximal 1.000 U/min spezifiziertes 140-mm-Modell auf der Vorderseite des Kühlkörpers, der schon immer die nötige Breite für dieses Format hatte. Maximal 0,8 Sone sind akustisch genauso unauffällig wie der optische Eindruck des bis auf die blank geschliffenen Kupfer-Heatpipe-Kontaktflächen auf der Unterseite komplett mattschwarz gehaltenen Kühlers. Dass die maximale Kühlleistung im Gegenzug sinkt, könnte Übertakter stören; echte Silent-Fans würden aber auch andere Kühler nie mit stärkeren, lauteren Lüftereinstellungen betreiben. Das Gesamtbild stören somit nur zwei Wermutstropfen: Einerseits lässt sich der leicht ratternde Lüfter auch nicht unter 500 U/min drosseln, sodass der Ultra-Silent-Betrieb trotz auf Mittelklasse-CPUs ausreichender Leistungsreserven verwehrt bleibt. Andererseits liegt die Kühleffizienz insgesamt nur auf dem Niveau guter Kühler der 120-mm-Klasse. Dies gilt umgekehrt aber auch für den auf 35 Euro gesenkten Preis.

CPU-Kühler

Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien



Produkt	Dark Rock Pro 4	Le Grand Macho RT	NH-D15	NH-U14S
Hersteller	Be Quiet (www.bequiet.de)	Thermalright (thermalright.de)	Noctua (www.noctua.at)	Noctua (www.noctua.at)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 70,-/Note 2-	Ca. € 60,-/Note 2-	Ca. € 90,-/Note 3-	Ca. € 65,-/Note 2-
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1794846	www.pcgh.de/preis/1442034	www.pcgh.de/preis/1098241	www.pcgh.de/preis/929404
Ausstattung (20 %)	**1,96**	**2,25**	**1,75**	**2,22**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 135 mm + 1× 120 mm (abweich. Rahmenformen)/4 Pin/ja	1× 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 Pin/ja	2× 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/ja	1 × 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	3× 120-/135-mm-Be-Quiet-Spezialrahmen	2× 120 mm	2× 120 mm	2 × 120 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	360 – 1.520 U/min	330 – 1.290 U/min	170 – 1.470 U/min	170 – 1.480 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/hochwertiger Schraubendreher	Spritze Chill Factor III/keine/hochwertiger Schraubendreher	Spritze NT-H1/Kabel-Adapter/einfacher Schraubendreher, Y-Kabel	Spritze/Kabel-Adapter/einfacher Schraubendreher
Eigenschaften (20 %)	**2,92**	**2,59**	**2,85**	**2,31**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011
Anpresskraft Sockel 1151	230 N	370 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	270 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	260 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	136 × 163 × 146 mm; 1.150 g	150 × 162 × 148 mm; 1.110 g	151 × 175 × 162 mm; 1.310 g	152 × 166 × 80 mm; 940 g
Montageaufwand (AMD/115X/2066)	Mittel/mittel/mittel	Mittel/mittel/mittel	Gering/gering/gering	Gering/gering/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2066)	Ggf./ja/ggf.	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2066)	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**1,36**	**1,49**	**1,59**	**1,66**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	48,5/51,0/57,7 °C	50,1/52,8/59,1 °C	47,5/49,9/53,8 °C	47,9/50,8/57,1 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	1,4/0,4/0,1 Sone	1,0/0,2/0,1 Sone	2,7/0,9/0,1 Sone	1,7/0,7/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüft. (100/75/50 %)	32,7/23,8/17,2 dB(A)	29,3/21,2/16,4 dB(A)	39,1/29,2/18,6 dB(A)	34,7/27,6/18,5 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1,0 Sone	49,8 °C (1.320 U/min)	50,1 °C (1.280 U/min)	49,3 °C (1.110 U/min)	49,4 °C (1.220 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	48,8/50,9/56,9 °C (2× 120 mm)	52,4/56,3/66,4 °C (1× 140 mm)	50,2/53,1/63,9 °C (2× 140 mm)	53,1/57,1/70,5 °C (1× 140 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	1,3/0,5/0,1 Sone (2× 120 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	0,7/0,2/0,1 Sone (2× 140 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)
Schalldruckp. Referenzlüfter (100/75/50 %)	32,5/25,0/17,0 dB(A) (2× 120 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	26,4/19,6/16,1 dB(A) (2× 140 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)
FAZIT	⊕ Sehr hohe Leistung & noch gute Lautheit; relativ kompakt	⊕ Geringe Lautheit & hohe Kühlleistung (auch gedrosselt)	⊕ Hochwertige Lüfter; sehr hohe Kühlleistung (auch gedrosselt)	⊕ Hochwertiger Lüfter; hohe Kühlleistung
	Wertung: **1,79**	Wertung: **1,86**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,90**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

EKLs Brocken Eco (rechts) war lange Zeit der PCGH-Spar-Tipp, dieses Frühjahr löst ihn der Brocken Eco Advanced ab. Dessen Kühlkörper fällt minimal größer und deutlich hochwertiger aus; der neue Lüfter greift Verbesserungen vom großen Brocken 3 auf.

maximal 222 N statischer Anpresskraft erlaubt. In der Praxis ist uns auch kein Schadens-Verdachtsfall bei unter 600 bis 700 N, also dem Dreifachen, bekannt, wohl aber durch zu hohe Kühler-Anpresskräfte von über 800 N zerstörte Sockel-1151-Mainboards und -CPUs. Auch diese negativen Erfahrungswerte gehen auf tatsächlich verkaufte Kühler zurück, die über 900 N, also mehr als die vierfachen Spezifikationen erreichen können. Mit angemessener Sicherheitsreserve für dynamische Belastungen rät PCGH dagegen davon ab, CPU-Kühler mit mehr als 550 N statischer Anpresskraft in Sockel-1151-Systemen einzusetzen und aktiv empfehlen wir für diese Plattform nur Modelle unter 400 N. Sockel-AM4-, -TR4- und -2066-Systeme sind aufgrund abweichender Bauform respektive größerer Reserven nach aktuellem Kenntnisstand nicht von dem Problem betroffen. *(tv)*

CPU-Kühler

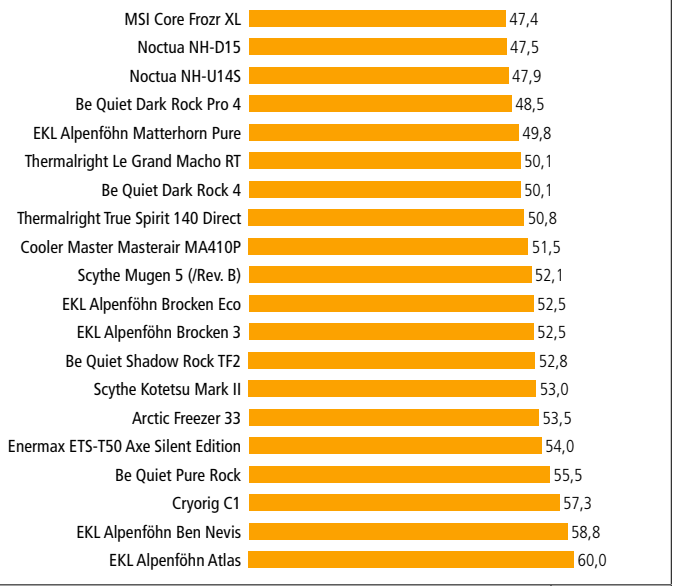
Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien

Produkt	Mugen 5 (/Rev. B)	Brocken 3	Matterhorn Pure	Kotetsu Mark II
Hersteller	Scythe (www.scythe-eu.com)	EKL Alpenföhn (alpenfoehn.de)	EKL Alpenföhn (alpenfoehn.de)	Scythe (www.scythe-eu.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 48,-/Note 2	Ca. € 44,-/Note 2+	Ca. € 35,-/Note 1-	Ca. € 40,-/Note 2+
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1647533	www.pcgh.de/preis/1675194	www.pcgh.de/preis/782372	www.pcgh.de/preis/1743093
Ausstattung (20 %)	**1,89**	**2,55**	**2,37**	**2,43**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 120 mm/4 Pin/ja	1× 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 Pin/ja	1× 120 mm/4 Pin (Y-Kabel integriert)/ja	1× 120 mm/4 Pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm	2× 120 mm	1× 120 mm	1× 120 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	330 – 1.160 U/min	440 – 1.020 U/min	440 – 1.500 U/min	290 – 1.220 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Kupferbodenplatte	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/Schraubendreher	Spritze/keine/hochwertiger Schraubendreher	Tütchen/keine/keine	Tütchen/keine/keine
Eigenschaften (20 %)	**2,51**	**2,08**	**1,99**	**1,87**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775
Anpresskraft Sockel 1151	460 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N. PCGH rät von LGA-1151-Einsatz ab)	170 N	180 N	400 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	138 × 150 × 109 mm; 890 g	150 × 171 × 126 mm; 870 g	140 × 157 × 100 mm; 800 g	139 × 154 × 83 mm; 620 g
Montageaufwand (AMD/115X/2066)	Gering/gering/gering	Mittel/mittel/gering	Mittel/mittel/gering	Mittel/gering/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2066)	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2066)	Nicht möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**1,80**	**1,80**	**1,89**	**2,08**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	52,1/53,6/59,4 °C	52,5/54,6/61,1 °C	49,8/52,0/60,6 °C	53,0/56,0/61,8 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	0,9/0,3/0,1 Sone	1,0/0,3/0,1 Sone	1,6/0,7/0,1 Sone	0,9/0,2/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüft. (100/75/50 %)	28,1/22,0/17,1 dB(A)	28,1/22,0/17,1 dB(A)	32,7/26,4/18,6 dB(A)	28,7/21,2/16,0 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1,0 Sone	Nicht möglich (maximal 0,9 Sone)	52,5 °C (1.000 U/min)	50,6 °C (1.350 U/min)	Nicht möglich (maximal 0,9 Sone)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	53,1/56,4/64,7 °C (1× 120 mm)	53,0/55,8/64,1 °C (1× 140 mm)	52,9/56,7/67,2 °C (1× 120 mm)	54,6/57,7/67,1 °C (1× 120 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)
Schalldruckp. Referenzlüfter (100/75/50 %)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)
FAZIT	⊕ Relativ hohe Leistung; geringe Lautheit; normale Größe	⊕ Relativ Leistung & geringe Lautheit; hochwertige Optik	⊕ Hohe Kühlleistung & akzeptable Lautheit; fairer Preis	⊕ Geringe Lautheit; hohe Effizienz; fairer Preis
	Wertung: **1,96**	Wertung: **2,01**	Wertung: **2,01**	Wertung: **2,11**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

Maximale Kühlleistung

CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter 100 Prozent

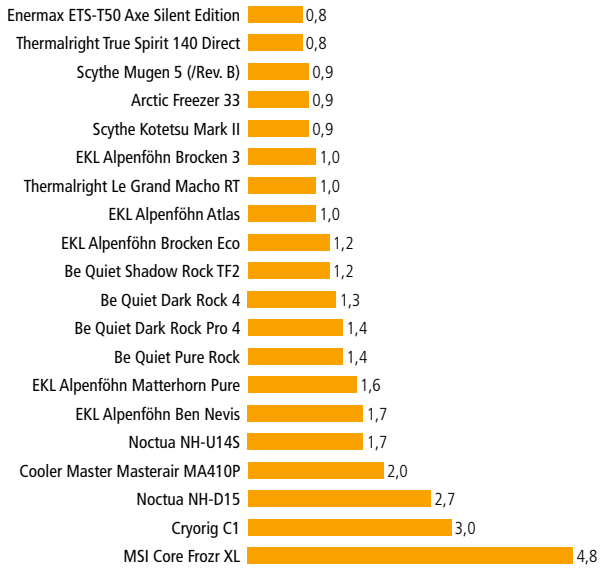


System: Xeon E5-2687W, 3,4 GHz/1,068 V unter Last; Gigabyte X79-UD7; Core Damage; EKL Alpenföhn Permafrost; offener Aufbau, frontaler Lüfter 180 mm 330 U/min
Bemerkungen: Bestmögliche Temperaturen erfordern große Kühlkörper und laute Lüfter.

°C
◀ Besser

Maximale Lautheit

Lüfterlautheit in 50 cm Entfernung, Serienlüfter 100 Prozent



System: Kühler freistehend, Lüfterregelung mit Zalman ZM-MFC3; Messung frontal
Bemerkungen: Unsere Lautheitsmessung verrät, welcher Kühler seine Maximalleistung auf alltagstaugliche Art erbringt.

Sone
◀ Besser

CPU-Kühler

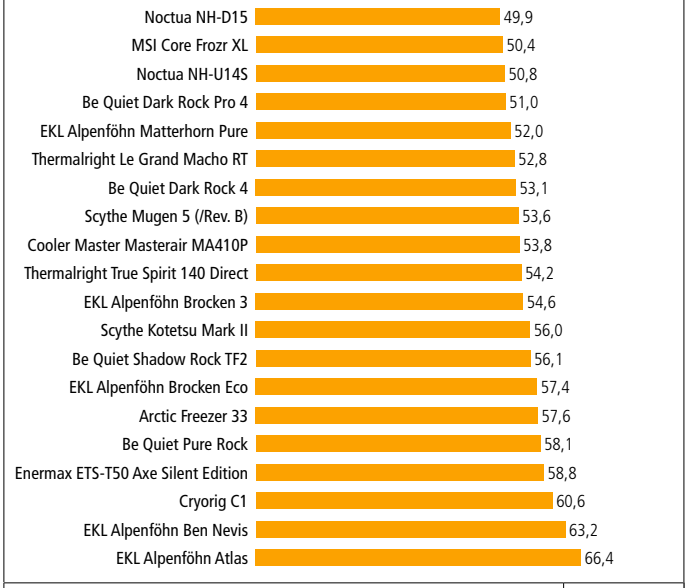
Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien

Produkt	Dark Rock 4	True Spirit 140 Direct	Brocken Eco	ETS-T50 Axe Silent Ed.
Hersteller	Be Quiet (www.bequiet.de)	Thermalright (thermalright.de)	EKL Alpenföhn (alpenfoehn.de)	Enermax (www.enermax.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 55,-/Note 2-	Ca. € 38,-/Note 2+	Ca. € 31,-/Note 1-	Ca. € 35,-/Note 2+
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1794867	www.pcgh.de/preis/1529573	www.pcgh.de/preis/1081623	www.pcgh.de/preis/1960640
Ausstattung (20 %)	**2,25**	**2,97**	**2,64**	**2,94**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 135 mm/4 Pin (PWM-Nutzung problematisch)/ja	1× 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 Pin/ja	1 × 120 mm/4 pin/ja	1 × 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120-/135-mm-Spezialrahmen	2× 120 mm	2× 120 mm	2× 120 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	180 – 1.360 U/min	270 – 1.230 U/min	470 – 1.480 U/min	510 – 1.070 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Heatpipe Direct Touch (HDT)
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/hochwertiger Schraubendreher	Tütchen Chill Factor/keine/keine	Spritze/Kabel-Adapter/keine	Spritze/keine/Luftleitgitter auf Rückseite
Eigenschaften (20 %)	**2,63**	**2,91**	**1,68**	**2,05**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775
Anpresskraft Sockel 1151	280 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	420 N (Intel-Vorg.: Max. 222 N. PCGH rät von LGA-1151-Einsatz ab)	220 N	150 N
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	136 × 162 × 96 mm; 910 g	152 × 165 × 71 mm; 660 g	131 × 151 × 88 mm; 610 g	142 × 164 × 110 mm; 940 g
Montageaufwand (AMD/115X/2066)	Mittel/mittel/mittel	Mittel/mittel/mittel	Mittel/mittel/gering	Mittel/mittel/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2066)	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2066)	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**1,90**	**1,57**	**2,34**	**2,24**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	50,1/53,1/62,8 °C	50,8/54,2/60,7 °C	52,5/57,4/64,2 °C	54,0/58,8/68,6 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	1,3/0,4/0,1 Sone	0,8/0,2/0,1 Sone	1,2/0,3/0,1 Sone	0,8/0,3/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüft. (100/75/50 %)	32,0/23,6/16,9 dB(A)	28,8/20,9/17,7 dB(A)	31,1/23,7/17,5 dB(A)	27,7/21,8/17,4 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1,0 Sone	50,6 °C (1.260 U/min)	Nicht möglich (maximal 0,8 Sone)	53,4 °C (1.380 U/min)	Nicht möglich (maximal 0,8 Sone)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	52,6/57,6/74,1 °C (1× 140 mm)	52,6/56,2/65,8 °C (1× 140 mm)	56,1/59,4/68,2 °C (1× 120 mm)	52,5/56,8/68,3 °C (1× 140 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)
Schalldruckp. Referenzlüfter (100/75/50 %)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)
FAZIT	⊕ Hohe Spitzenleistung; gute Lautheit ⊖ Leistung gedrosselt	⊕ Hohe Kühlleistung & geringe Lautheit; günstig	⊕ Sehr günstig; noch gute Lautheit; kompakt	⊕ Leise; Preis auf 120-mm-Niveau … ⊖ … Leistung aber auch
	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,12**	Wertung: **2,27**	Wertung: **2,35**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

Leistungs-Kompromiss

CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter 75 Prozent

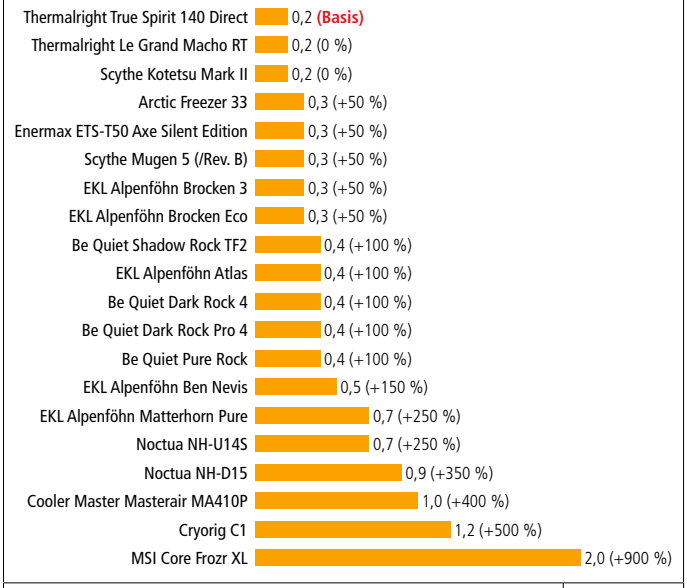


System: 150-W-TDP-Sockel-2011-Xeon, GA-X79-UD7; Windows 7 x64; Core Damage; EKL Permafrost; offener Aufbau **Bemerkungen:** Im Spiele-Einsatz laufen die meisten Kühler mit mittleren Drehzahlen, die noch gute Kühlleistung liefern.

°C
◀ Besser

Lautheits-Kompromiss

Lüfterlautheit in 50 cm Entfernung, Serienlüfter 75 Prozent



System: Kühler freistehend, Lüfterregelung mit Zalman ZM-MFC3; Messung frontal **Bemerkungen:** Viele Kühler sind bereits bei leichter Drosselung so leise, dass sie zumindest von Headset-Nutzern gar nicht mehr bemerkt werden.

Sone
◀ Besser

CPU-Kühler

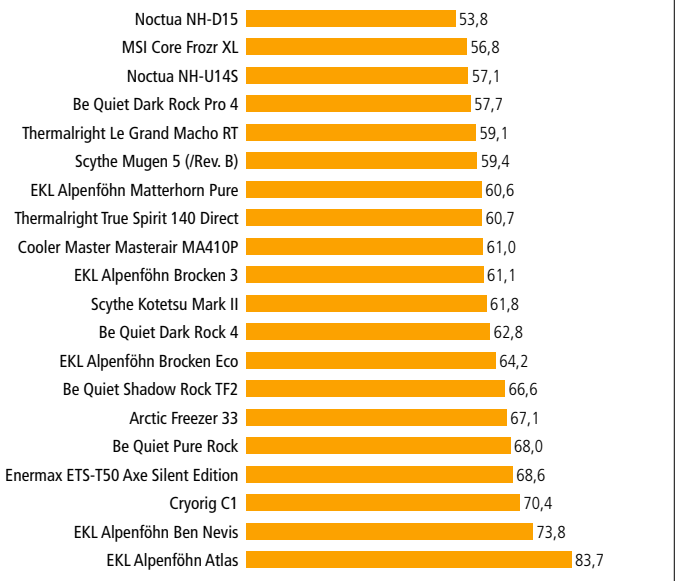
Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien

Produkt	Masterair MA410P	Freezer 33	Pure Rock	Core Frozr XL
Hersteller	Cooler Master (coolermaster.com)	Arctic (www.arctic.ac)	Be Quiet (www.bequiet.de)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 35,-/Note 2+	Ca. € 23,-/Note 1-	Ca. € 28,-/Note 1-	Ca. € 75,-/Note 4
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1719521	www.pcgh.de/preis/1589294	www.pcgh.de/preis/1184606	www.pcgh.de/preis/1656926
Ausstattung (20 %)	**2,49**	**3,08**	**2,58**	**1,92**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 120 mm/4 Pin/ja	1× 120 mm/4 Pin (Y-Kabel integriert)/ja	1× 120 mm/4 Pin/nein	2× 120 mm/4 Pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm	2× 120 mm	1× 120 mm	2× 120 oder 140 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	610 – 1.980 U/min	510 – 1.330 U/min	320 – 1.500 U/min	480 – 1.820 U/min
Ausführung Boden	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Tütchen/keine/RGB-beleuchteter Lüfter; RGB-Steuerung (Molex)	Tütchen (MX4)/keine/keine	Paste voraufgetragen/keine/keine	Spritze/keine/RGB-beleuchtetes Top-Cover (USB); Y-Kabel
Eigenschaften (20 %)	**1,87**	**2,23**	**1,79**	**2,59**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1151/1150/1155/1156/ 2066/2011-v3/2011/1366	1151/1150/1155/1156/ 2066/2011-v3/2011	1151/1150/1155/1156/ 2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/ 2066/2011-v3/2011/1366/775
Anpresskraft Sockel 1151	220 N	300 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	160 N	350 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	129 × 160 × 80 mm; 600 g	124 × 151 × 73 mm; 680 g	130 × 155 × 89 mm; 630 g	150 × 170 × 130 mm; 1.320 g
Montageaufwand (AMD/115X/2066)	Hoch/mittel/gering	Gering/hoch/gering	Minimal/mittel/gering	Hoch/hoch/mittel
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2066)	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2066)	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**2,60**	**2,36**	**2,74**	**2,84**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	51,5/53,8/61,0 °C	53,5/57,6/67,1 °C	55,5/58,1/68,0 °C	47,4/50,4/56,8 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	2,0/1,0/0,1 Sone	0,9/0,3/0,1 Sone	1,4/0,4/0,1 Sone	4,8/2,0/0,4 Sone
Schalldruckpegel Serienlüft. (100/75/50 %)	35,8/30,0/18,2 dB(A)	28,6/21,7/16,5 dB(A)	32,9/24,3/16,7 dB(A)	46,1/36,7/24,3 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1,0 Sone	54,2 °C (1.500 U/min)	Nicht möglich (maximal 0,9 Sone)	56,2 °C (1.370 U/min)	52,6 °C (1.100 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	55,8/59,9/70,2 °C (1× 120 mm)	55,5/59,1/68,4 °C (1× 120 mm)	55,5/58,5/67,0 °C (1× 120 mm)	50,6/54,0/63,6 °C (2× 120 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,9/0,2/0,1 Sone (1× 120 mm)	1,3/0,5/0,1 Sone (2× 120 mm)
Schalldruckp. Referenzlüfter (100/75/50 %)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	28,8/21,0/16,8 dB(A) (1× 120 mm)	32,5/25,0/17,0 dB(A) (2× 120 mm)
FAZIT	⊕ Kühlleistung; weiter Regelbereich ⊖ Eher einfache Haptik	⊕ Geringe Lautheit; sehr günstig ⊖ PWM-Betrieb zickig	⊕ Günstig; akzeptable Lautheit & Leistung ⊖ Lieferumfang	⊕ Sehr hohe Kühlleistung ⊖ Sehr hohe Lautheit; teuer
	Wertung: **2,43**	Wertung: **2,48**	Wertung: **2,52**	Wertung: **2,61**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

Gedrosselte Leistung

CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter 50 Prozent

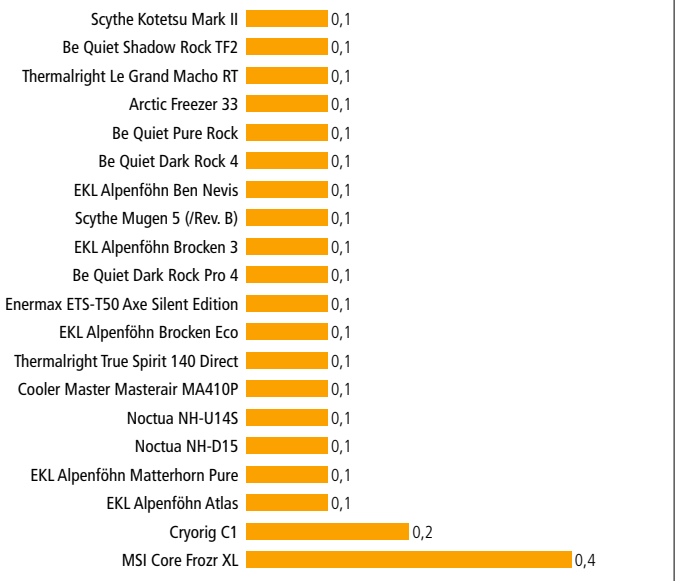


System: Xeon E5-2687W (150 W TDP); Windows 7 x64 SP1; Core Damage; Alpenföhn Permafrost; frontaler Lüfter 180 mm 330 U/min **Bemerkungen:** Die meisten Kühler haben auch mit halber Drehzahl ausreichend Leistung für unseren High-End-Teststand.

°C
◀ Besser

Lautheit gedrosselt

Lüfterlautheit in 50 cm Entfernung, Serienlüfter 50 Prozent



System: Kühler freistehend, Lüfterregelung mit Zalman ZM-MFC3; Messung frontal **Bemerkungen:** Mit halbierter Drehzahl stört keiner der getesteten Kühler; es gibt aber weiterhin hörbare Unterschiede.

Sone
◀ Besser

CPU-Kühler

Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien

Produkt	Shadow Rock TF2	Atlas	C1	Ben Nevis
Hersteller	Be Quiet (www.bequiet.de)	EKL Alpenföhn (alpenfoehn.de)	Cryorig (www.cryorig.com)	EKL Alpenföhn (alpenfoehn.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 48,-/Note 3+	Ca. € 40,-/Note 3+	Ca. € 60,-/Note 4	Ca. € 24,-/Note 2+
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1629017	www.pcgh.de/preis/1302535	www.pcgh.de/preis/1139642	www.pcgh.de/preis/1211188
Ausstattung (20 %)	**3,06**	**1,84**	**2,25**	**3,12**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 135 mm (abweichende Rahmenform)/4 Pin/nein	2× 92 mm (abweichende Rahmenform)/4 Pin/ja	1× 140 mm (slim)/4 Pin/ja	1× ca. 100 mm (Rahmen rückseitig 92 mm)/4 Pin/ja
Montierbare Lüfter*	1× 120 mm (nur 15 mm Dicke)	2× 80 mm	1× 120 mm	1× 92 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	330 – 1.370 U/min	350 – 1.770 U/min	730 – 1.520 U/min	820 – 1.700 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Voraufgetragen/keine/keine	Spritze/Molex-Adapter 7 V/Molex-Adapter 12 V	Spritze/keine/einfacher Schraubendreher	Tütchen/keine/keine
Eigenschaften (20 %)	**2,97**	**1,83**	**1,94**	**1,39**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011/1366/775	1151/1150/1155/1156/2066/2011-v3/2011
Anpresskraft Sockel 1151	310 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	220 N	310 N (Intel-Vorgabe: Max. 222 N)	110 N
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	137 × 112 × 167 mm; 730 g	108 × 124 × 138 mm; 640 g	140 × 74 × 146 mm; 650 g	118 × 141 × 71 mm; 490 g
Montageaufwand (AMD/115X/2066)	Hoch/hoch/sehr hoch	Mittel/mittel/gering	Mittel/gering/gering	Minimal/gering/minimal
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2066)	Ja/ja/ja	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2066)	Nicht möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**2,43**	**4,01**	**4,30**	**4,40**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	52,8/56,1/66,6 °C	60,0/66,4/83,7 °C	57,3/60,6/70,4 °C	58,8/63,2/73,8 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	1,2/0,4/0,1 Sone	1,0/0,4/0,1 Sone	3,0/1,2/0,2 Sone	1,7/0,5/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüft. (100/75/50 %)	31,7/23,1/16,3 dB(A)	30,0/23,1/18,8 dB(A)	39,9/31,2/20,4 dB(A)	33,4/24,8/16,9 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1,0 Sone	53,8 °C (1.280 U/min)	60,0 °C (1.600 U/min)	61,6 °C (1.020 U/min)	61,9 °C (1.440 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	54,7/59,4/74,7 °C (1× 140 mm)	59,1/64,8/76,7 °C (2× 92 mm)	60,5/66,1/82,4 °C (1× 140 mm)	66,5/73,1/85,8 °C (1× 92 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	1,1/0,3/0,1 Sone (2× 92 mm)	0,5/0,1/0,1 Sone (1× 140 mm)	0,5/0,2/0,1 Sone (1× 92 mm)
Schalldruckp. Referenzlüfter (100/75/50 %)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	31,1/22,5/17,0 dB(A) (2× 92 mm)	25,2/18,8/16,2 dB(A) (1× 140 mm)	25,8/19,2/16,2 dB(A) (1× 92 mm)
FAZIT	⊕ Bauhöhe; hohe Leistung ⊖ Tower-Kühler sind effizienter	⊕ Bauhöhe, hochwertige Optik ⊖ Ausreichende Leistung	⊕ Bauhöhe; trotzdem noch mäßige Leistung ⊖ Relativ laut	⊕ Kompakt; billig ⊖ Mäßige Kühlleistung
	Wertung: **2,66**	Wertung: **3,14**	Wertung: **3,42**	Wertung: **3,54**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

Speicher-Ensemble

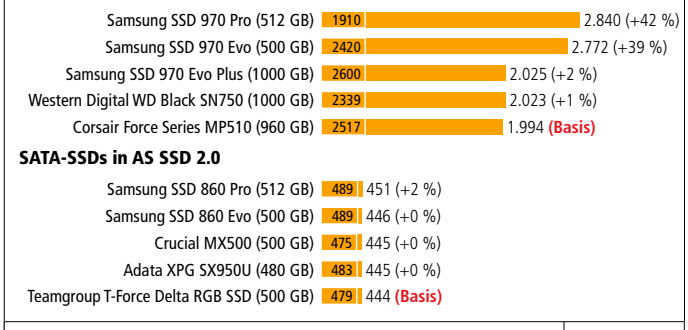
Samsung dominiert den SSD-Markt. Den ganzen Markt? Nein. Eine von unbeugsamen Herstellern vereinte Konkurrenz hört nicht auf, dem Marktführer Widerstand zu leisten.

Bild: Teamgroup

Überall leuchten LEDs im PC, nun auch bei SSDs: Die Teamgroup T-Force Delta RGB SSD leuchtet in mehreren Farben gleichzeitig.

Wer jetzt aufrüsten möchte, steigt nicht unbedingt von der HDD auf die SSD um, eher vom SATA-Modell im 2,5-Zoll-Format auf die schnellere PCI-E-SSD mit aktuellem NVME-Protokoll. Die meisten modernen Mainboards tragen einen M.2-Sockel, der PCI-Express 3.0 x4 bietet. Manche haben einen weiteren, der auch SATA-Modelle im M.2-Format unterstützt. Damit die PCI-E-SSD nicht im falschen M.2-Slot landet, hilft ein Blick ins Mainboard-Handbuch. Bei manchen Sockeln handelt es sich um Kombibuchsen, die sowohl SATA als auch PCI-Express mit nur zwei Lanes bieten. Während die ersten PCI-E-SSDs im Steckkartenformat gebaut wurden, hat sich die acht Zentimeter lange M.2-Platine mittlerweile durchgesetzt – ausgestorben ist die Steckform aber nicht. Über einen Adapter, den manche Hersteller mitliefern, kann sie genauso gut am PCI-E-3.0-x16-Port betrieben werden. Technisch bedingt sind die Express-Modelle deutlich schneller als die SATA-Pendants, in der Praxis macht sich das jedoch nicht immer bemerkbar. Die hohen MB/s-Angaben der sequenziellen Lese- und Schreibwerte sehen im Datenblatt zwar schön aus, sie haben aber kaum Aussagekraft für die Praxisleistung. Dafür sind die Aufgaben zu verschieden: In unserem Kopiertest sind die besten PCI-E-SSDs doppelt oder gar drei

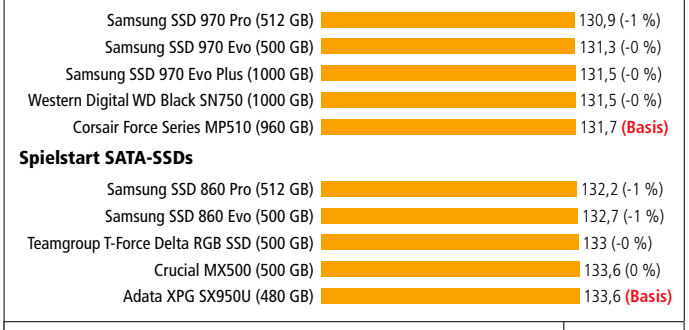
Lese- und Schreibleistung im Benchmark



System: Intel Core i7-6700K @ 4 GHz, Gigabyte GA-Z270X Gaming G9, Windows 10 x64 1809 **Bemerkungen:** SATA-SSDs unterscheiden sich in ihrer Leistung kaum noch.

MB/S Schr. Lesen ▶ Besser

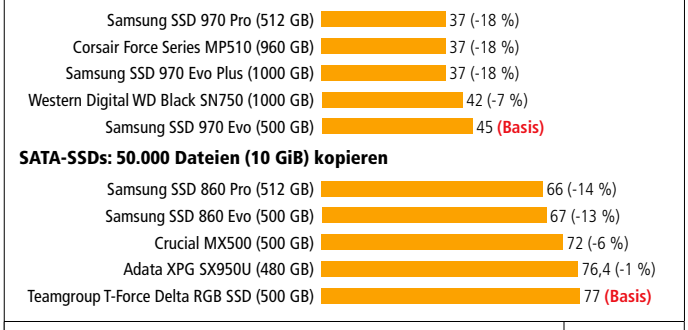
Ladezeiten: Spielstart Battefield 3



System: Intel Core i7-6700K @ 4 GHz, Gigabyte GA-Z270X Gaming G9, Windows 10 x64 1809 **Bemerkungen:** Für Spiele-Ladezeiten ist es fast egal, ob von einer SATA- oder PCI-E-SSD geladen wird.

Sekunden ◀ Besser

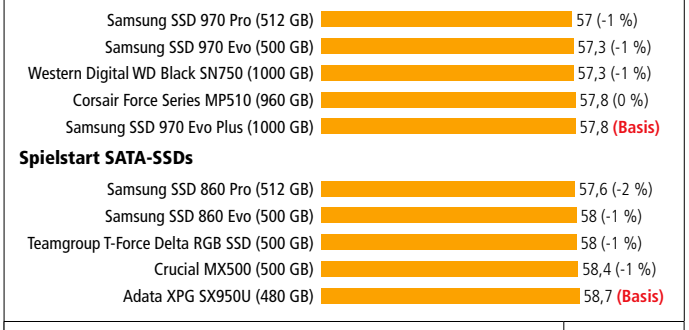
Kopiertest: PCI-E-Modelle sind etwas schneller



System: Intel Core i7-6700K @ 4 GHz, Gigabyte GA-Z270X Gaming G9, Windows 10 x64 1809 **Bemerkungen:** Wer oft große Datenmengen hin und her schaufelt, greift besser zur PCI-E-SSD.

Sekunden ◀ Besser

Ladezeiten: Spielstart World of Warcraft



System: Intel Core i7-6700K @ 4 GHz, Gigabyte GA-Z270X Gaming G9, Windows 10 x64 1809 **Bemerkungen:** Für Spiele-Ladezeiten ist es fast egal, ob von einer SATA- oder PCI-E-SSD geladen wird.

Sekunden ◀ Besser

Mal so schnell wie langsame SATA-Modelle, bei Spiele-Ladezeiten aber sind die Unterschiede kaum vorhanden. Damals in der PCGH-Ausgabe 04/2017 haben wir außerdem den Einfluss der Speicherart auf aktuelle Spiele untersucht, also Ladezeiten und Frametimes verglichen. Das Fazit: Die Ladezeiten einer HDD dauern gut doppelt so lange, während der Unterschied zwischen den beiden SSD-Arten nur eine oder wenige Sekunden ausmacht. Allein für Spiele lohnt sich kein Umstieg von SATA auf PCI-Express 3.0.

Samsung SSD 970 Pro: Lange Zeit das Nonplusultra der Consumer-SSDs. Keine ist schneller in den Benchmarks: Der 970 Pro werden im sequenziellen Lesen bis zu 3,5 GBit/s zugeschrieben. Diese werden unter günstigsten Bedingungen, also etwa schnelle CPU oder unkomprimierte Daten, auch in Benchmarks erreicht. In unseren drei Praxismessungen ist der Vorsprung zum Rest nicht ganz so drastisch, dennoch liegt das aktuelle Topmodell auch hier noch immer vorne. In den IOPS können ihr nur die deutlich teurere Intel 900p und die Corsair NX500 das Wasser reichen. Der noch immer hohe Preis der 970 Pro rechtfertigt sich durch die 5 Jahre Garantie und durch das recht hohe garantierte Schreibvolumen, das Samsung wegen des haltbareren MLC-Speichers (Multi Level Cell) vergibt. Er speichert nur zwei statt drei Bit pro Zelle, wie TLC (Triple Level Cell) und gilt damit zumindest theoretisch als haltbarer. Die aktuell wohl beste SSD auf dem Markt hat nicht unbedingt das beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Mit der recht guten Garantie wird hier mehr für die Sicherheit als für die praktische Leistung gezahlt, sodass Privatanwender mit einem günstigeren Modell genauso gut auskommen.

Corsair Force Series MP510: Kalifornische Konkurrenz für die Koreaner. Als Samsung die 970er-Serie im Frühjahr 2018 auf den Markt gebracht hat, haben die Koreaner den Testsieg zurückgeholt – sowohl was das beste Modell (970 Pro) als auch, was das Modell mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis (970 Evo) angeht. Die Konkurrenz hat nun ordentlich nachgelegt. Während Corsairs MP500 ein schmuckloses Mittelklasse-Dasein fristete, mausert sich ihr Nachfolger, die deutlich schnellere MP510, zur echten Alternative zur 970 Evo, die schon lange nicht mehr die Führerschaft in Sachen Preis-Leistungs-Verhältnis innehat. Wie die 970 Evo ist die Corsair MP510 ähnlich ausgestattet: ein gleich großer DDR4-Cache, 64-lagiger TLC-Flash und fünf Jahre Garantie vom Hersteller. Es ist der Phison-Controller, der die Leistung auf Oberklasse-Niveau hievt; die 970 Evo wird knapp übertrumpft. Die MP510 mit 960 GB an Kapazität schreibt in etwa so schnell wie Samsungs Top-Modell 970 Pro. Nur in synthetischen Benchmarks ist die Samsung besser. Abzüge gibt es höchstens in der B-Note: Die etwas antiquierte Corsair SSD Toolbox versprüht einen Charme von Windows XP, hat aber alles, was man braucht. Außerdem ist die MP510 doppelseitig mit Chips bestückt. Einige Notebooks können damit Probleme haben, für Desktop-Mainboards ist das aber irrelevant. Die beiden fast schon kosmetischen Mankos finden sich

nicht in unserer Testnote wieder, weswegen wir die MP510 verdient als Top-Produkt auszeichnen.

Samsung SSD 970 Evo Plus: Was ist das Plus? Samsung veröffentlicht mit der SSD 970 Evo Plus ein Nachfolgemodell mit aktuellem NAND-Speicher der fünften Generation. Alles andere, vom Phoenix-Controller bis zum Layout, ist gleich geblieben. Vergleichen wir die marketingträchtigen Maximalraten im sequenziellen Lesen und Schreiben, so hat sich lediglich der Schreibwert verbessert. 3.300 MB/s nennt das Datenblatt der 970 Evo Plus statt „nur" 2.500 MB/s bei der 970 Evo. Lesend wird das Maximum der vier PCI-Express-3.0-Lanes von 3.500 MB/s bereits von der 970 Evo erreicht, sodass sich hier das Plus nicht bemerkbar machen wird. Wir hatten die Gelegenheit, die 970 Evo Plus in zwei Kapazitäten testen zu können, 500 GB und 1.000 GB (1 TB). Entscheidend ist nun die Frage, wie groß sich das wortwörtliche Plus der Leistung in der Praxis bemerkbar machen kann. Das Leistungsplus der 970 Evo Plus ist im Kopiertest gut erkennbar, da sie nun die 37 Sekunden erreicht. Das schafften bisher nur die 970 Pro oder Modelle mit Phison-E12-Controller, der auf dem Markt aktuell auf der Corsair Force MP510 zu finden ist. Die „alte" Samsung 970 Evo braucht hier mindestens 45 Sekunden. Nun ist dieser Unterschied wirklich nicht entscheidend und marginal, wenn man bedenkt, dass in der Praxis nur selten so große Dateien hin und her geschaufelt werden. Entscheidend ist also der Preis der neuen Samsung-SSD, der nur minimal höher als der einer 970 Evo ist.

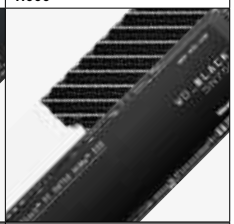
Samsung SSD 860 Pro: Neu aufgelegter Klassiker mit kürzerer Garantie. Zwei Klassiker neu aufgelegt. Seit fast vier Jahren sind die Samsung-Modelle 850 Evo und Pro schon auf dem Markt. Was Leistung oder Stand der Technik angeht, sind beide noch immer nicht veraltet. Es tut sich eben kaum noch etwas in der SATA-6-GBit/s-Nische. Einige Neuerungen hat Samsung bei den 860er-Modellen dann doch vorgenommen. Während die 850er-Evergreens noch über NAND-Flash in 48 gestapelten Lagen verfügen, kommt jetzt bei den 860er-Modellen die aktuelle Flash-Version mit 64 Lagen zum Einsatz. Schon die Samsung 850 Evo trumpfte mit einem Maximum über 4 TB auf, neu ist nun die 860 Pro mit derselben Nonplusultra-Kapazität. Samsung nennt die Hochstapelei der Speicherlagen V-NAND, während die anderen Flash-Hersteller von 3D-NAND sprechen – das Prinzip ist jedoch dasselbe. Der 64-lagige V-NAND soll außerdem etwas effizienter sein als der Vorgänger, indem er mit einer Spannung von 2,5 Volt statt 3,3 Volt betrieben wird. Wer noch den Vorgänger 850 Pro ergattern konnte, darf sich über 10 Jahre Garantie freuen. Samsung hat sie nun mit der 860er auf die marktüblichen 5 Jahre gestutzt. Sie verliert damit einen großen Kaufgrund, weswegen TLC-Speicher für Privatanwender empfehlenswerter sind.

Crucial MX500 vs. Samsung 860 Evo: Mainstream-Mittelklasse im Vergleich. Noch im Dezember 2017 preschte Crucial vor und veröffentlichte die MX500. Samsung kündigte erst Ende Januar die 860 Evo und die 860 Pro an. Die Datenblätter der Crucial MX500 und der Samsung 860 Evo lesen sich ziemlich ähnlich, weswegen sich ein direkter Vergleich beider Modelle aufdrängt. So verfügen die beiden neuen Modelle über fünf Jahre Garantie und über 64-lagige 3D-TLC-Speicherchips. Samsung nennt die vertikale Zellenstapelung nur anders, nämlich V-NAND (vertical NAND). Die aktuellen Generationen der Flash-Speicher beider Hersteller (Micron und Samsung) versprechen eine verbesserte Energieeffizienz.

Die Leistungsunterschiede zu älteren Modellen befinden sich aber eher auf einem homöopathisch niedrigen Niveau. Verglichen mit den beiden Modellen hat der mittlerweile vier Jahre alte Evergreen 850 Evo in der Praxis eine nahezu identische Lese- und Schreibleistung. Wenig verwunderlich auch, dass sich die beiden gleichen Modelle MX500 und 860 Evo in unse-

PCI-E-SSDs

Auszug aus Testtabelle mit 20 Wertungskriterien

	512	960	1.000	500	1.000
					
Produktinfo/-name	**SSD 970 Pro**	**Force Series MP510**	**SSD 970 Evo Plus**	**SSD 970 Evo**	**WD Black SN750**
Modellbezeichnung	MZ-V7P512	CSSD-F960GBMP510	MZ-V7S1T0BW	MZ-V7E1T0	WDS100T3X0C-00SJG0
Hersteller (Website)	Samsung (samsung.com)	Corsair (corsair.com)	Samsung (samsung.com)	Samsung (samsung.com)	Western Digital (wdc.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1809120	www.pcgh.de/preis/1907832	www.pcgh.de/preis/1972735	www.pcgh.de/preis/1809116	www.pcgh.de/preis/1969746
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 155,-/ausreichend	Ca. € 170,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 115,-/befriedigend	Ca. € 245,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,33/GiByte	€ 0,19/GiByte	€ 0,25/GiByte	€ 0,25/GiByte	€ 0,26/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.500.000 Stunden	-	1.500.000 Stunden	1.500.000 Stunden	1.500.000 Stunden
SSD-Controller	Samsung Phoenix	Phison PS5012-E12	Samsung Phoenix	Samsung Phoenix	Sandisk 20-82-007011
Flash-Chips	V-NAND MLC	3D NAND (64 Lagen)	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC (64 Lagen)
DRAM-Cache	512 MB DDR4	1 GB DDR4	1 GB LPDDR4	1 GB DDR4	1 GB LPDDR4
Ausstattung (20 %)	**1,75**	**1,50**	**1,49**	**1,84**	**1,49**
Formatierte Kapazität (GiByte)	476,84	894,07	931,32	465,66	931,32
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/600	5 Jahre/1.700	5 Jahre/600	5 Jahre/600	5 Jahre/600
Format	M.2	M.2 2280	M.2 2280	M.2	M.2 2280
Zubehör/Besonderheiten	Samsung Magician	Corsair SSD Toolbox	Samsung Magician	Samsung Magician	WD SSD Dashboard, Kühler
Eigenschaften (20 %)	**1,78**	**1,90**	**1,98**	**1,98**	**1,90**
Atto Disk Benchmark (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	3050 MB/s, 2350 MB/s	3462 MB/s, 3007 MB/s	3504 MB/s, 3197 MB/s	3020 MB/s, 2505 MB/s	3490 MB/s, 3020 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schr.)	2840 MB/s, 1910 MB/s	1994 MB/s, 2517 MB/s	2025 MB/s, 2600 MB/s	2772 MB/s, 2420 MB/s	2023 MB/s, 2339 MB/s
Spielstart (WoW, BF3)	57 Sek., 130,9 Sek.	57,8 Sek., 131,7 Sek.	57,8 Sek., 131,5 Sek.	57,3 Sek., 131,3 Sek.	57,3 Sek., 131,5 Sek.
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest	263 Sek., 37 Sek.	267 Sek., 36,7 Sek.	291 Sek., 37 Sek.	271 Sek., 45 Sek.	292 Sek., 42,1 Sek.
Leistung (60 %)	**1,70**	**1,79**	**1,79**	**1,80**	**1,96**
FAZIT	⊕ Top-Leistung ⊖ Hoher Preis	⊕ Gute Kopierleistung ⊖ Doppelseitig bestückt	⊕ Gute Kopierleistung ⊖ Geringes „Plus"	⊕ 5 Jahre Garantie ⊖ Kopiertest leicht schwach	⊕ Sehr gute Leistung ⊖ Aktuell etwas teuer
	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,76**	Wertung: **1,84**	Wertung: **1,85**

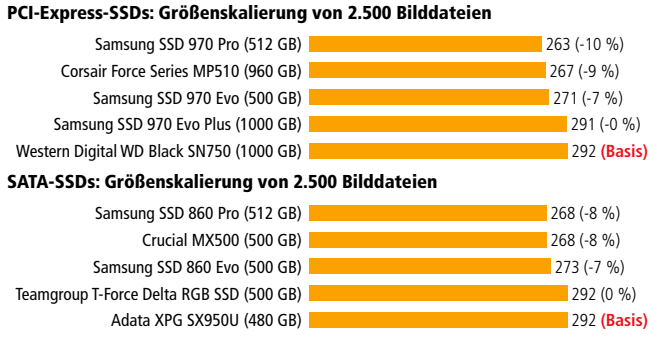
ren Praxistests nur unwesentlich unterscheiden. Die Samsung-SSD ist hier einen Hauch schneller. Unseren 10-GiB-Kopiertest absolviert sie etwa in 65 Sekunden, während die MX500 zehn Sekunden mehr benötigt. In anderen Anwendungen, etwa bei Programmstarts, Video-Rendering oder Spiele-Ladezeiten messen wir weitaus geringere Unterschiede von nur wenigen Sekunden. Kurzum:

Nicht nur die Ausstattung, sondern auch die Leistung beider Modelle sind nahezu identisch, weswegen es letztlich auf den Straßenpreis ankommt. Die Crucial MX500 ist nach wie vor etwas günstiger, weswegen sie das Duell letztlich gewinnt – wenn auch nur knapp.

Teamgroup T-Force Delta RGB SSD: Wenn schon alle anderen Komponenten leuchten, warum nicht auch die SSD? Egal ob Grafikkarte, Gehäuse oder Gaming-Char: Heutzutage gibt es nichts, was es nicht mit RGB-Beleuchtung gibt. Neben dem Modell von Kingston verfügt die Teamgroup Delta RGB SSD über eine LED-Beleuchtung, jedoch gibt es einige Unterschiede. Beide verfügen über unterschiedliche Spannungen: Die Teamgroup-SSD benötigt einen 5-Volt-Header, dementsprechend ein extra (beiliegendes) Kabel, das in die Micro-USB-Buchse des Laufswerks gesteckt wird. Jede der acht LEDs kann individuell angesteuert werden, weswegen sie auch unterschiedliche Farben annehmen können, nicht so die HyperX-SSD, welche stets in einer Farbe leuchtet. Beide RGB-SSDs aber unterstützen die Steuerungssoftware mehrerer Mainboardhersteller. Darüber hinaus befindet sich hinter den LEDs eine gute Mittelklasse-SATA-SSD, welche im Test auch brauchbar abschneidet. Mankos hier sind der recht hohe Preis der RGB-SSD und die nur drei Jahre Garantie. Bei diesem Modell steht eben Design über Funktion.

Adata XPG SX950U: Das U am Ende macht den Unterschied. Das Vorgängermodell hieß fast genauso: SX950 – ohne U. Der markante Unterschied ist, dass dieses noch mit MLC-Speicher ausgestattet war und die XPG SX950U nun den günstigeren TLC-Flash auf der Platine sitzen hat. Der Leistung tut das keinen Abbruch. Nun haben wir den Vorgänger nicht getestet, aber schon die Datenblatt-Werte lassen erkennen, dass die SX950U wegen des TLC-Speichers nicht langsamer ist. MLC ist ohnehin schon fast vom Markt verschwunden, selbst eine 860 Pro ist schlecht verfügbar und fast schon zu teuer. Was die Leistung angeht, so versinkt die XG950U im Mittelfeld und kommt nicht an den Preis-Leistungs-Primus Samsung 860 Evo heran. Merkmale wie fünf Jahre Garantie oder ein Adapter für 9,5-mm-Bauhöhe sind zwar nett, aber nicht kaufentscheidend. Zudem muss die SX950 noch etwas günstiger werden, da die Konkurrenz im Preis besser aufgestellt ist. *(mc)*

Bildbearbeitung: Geringe Unterschiede



System: Intel Core i7-6700K @ 4 GHz, Gigabyte GA-Z270X Gaming G9, Windows 10 x64 1809 **Bemerkungen:** Die teureren PCI-Express-SSDs bieten in der Stapelverarbeitung kaum Vorteile.

Sekunden
◀ Besser

SATA-SSDs

Auszug aus Testtabelle mit 20 Wertungskriterien

	512	500	500	500	480
Produktinfo/-name	**SSD 860 Pro**	**SSD 860 Evo**	**MX500**	**T-Force Delta RGB SSD**	**XPG SX950U**
Modellbezeichnung	MZ-76P512B/EU	MZ-76E500B/EU	CT500MX500SSD1	T253TR500G3C315	ASX950USS-480GT-C
Hersteller (Website)	Samsung (samsung.com)	Samsung (samsung.com)	Crucial (crucial.com)	Teamgroup (teamgroupinc.com)	Adata (adata.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1756909	www.pcgh.de/preis/1756904	www.pcgh.de/preis/1745351	www.pcgh.de/preis/1818512	www.pcgh.de/preis/1837253
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 130,-/ausreichend	Ca. € 80,-/gut	Ca. € 65,-/gut	Ca. € 90,-/Befriedigend	Ca. € 70,-/Befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,27/GiByte	€ 0,17/GiByte	€ 0,14/GiByte	€ 0,19/GiByte	€ 0,16/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	2 Mio. Stunden	1.5 Mio. Stunden	1.8 Mio. Stunden	1 Mio. Stunden	2 Mio. Stunden
SSD-Controller	Samsung MJX, 8 Kanäle	Samsung MJX, 8 Kanäle	Silicon Motion SM2258, 4 Kanäle	-	Silicon Motion SM2258, 4 Kanäle
Flash-Chips	V-NAND MLC	V-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-NAND, TLC 64 Lagen	3D-NAND TLC, 64 Lagen
DRAM-Cache	512 MB	512 MB	512 MB	-	DRAM-Cache
Ausstattung (20 %)	**1,76**	**1,88**	**1,88**	**2,08**	**1,79**
Formatierte Kapazität (GiByte)	476,84 GiByte	465,66 GiByte	465,66 GiByte	465,66 GiByte	447,03 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre, 600 TB	5 Jahre, 300 TB	5 Jahre, 180 TB	3 Jahre, -	5 Jahre, - TB
Format	2,5 Zoll	2,5 Zoll, M.2 2280, mSATA	2,5 Zoll, M.2 2280	2,5 Zoll	2,5 Zoll
Zubehör/Besonderheiten	Samsung Magician	Samsung Magician	inkl. Spacer für 9,5 mm Bauhöhe, Acronis True Image	Acht einzeln adressierbare RGB-LEDs	inkl. Spacer für 9,5 mm Bauhöhe
Eigenschaften (20 %)	**1,93**	**1,93**	**1,93**	**1,90**	**1,98**
Atto Disk Benchmark (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	564 MB/s, 535 MB/s	564 MB/s, 535 MB/s	564 MB/s, 525 MB/s	563 MB/s, 526 MB/s	554 MB/s, 515 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schr.)	451 MB/s, 489 MB/s	446 MB/s, 489 MB/s	445 MB/s, 475 MB/s	444 MB/s, 479 MB/s	445 MB/s, 483 MB/s
Spielstart (WoW, BF3)	57,6 Sek., 132,2 Sek.	58 Sek., 132,7 Sek.	58,4 Sek., 133,6 Sek.	58 Sek., 133 Sek.	58,7 Sek., 133,6 Sek.
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest	268 Sek., 66 Sek.	273 Sek., 67 Sek.	268 Sek., 72 Sek.	292 Sek., 77 Sek.	292 Sek., 76,4 Sek.
Leistung (60 %)	**2,20**	**2,24**	**2,36**	**2,45**	**2,54**
FAZIT	⊕ Top-Leistung ⊖ Hoher Preis	⊕ Gute Leistung ⊖ Kein Zubehör	⊕ Gutes P/L-Verhältnis ⊖ Verfügbarkeit schwach	⊕ RGB-LEDs (5 V) ⊖ Nur 3 Jahre Garantie	⊕ 9,5-mm-Spacer ⊖ Relativ teuer
	Wertung: **2,06**	Wertung: **2,10**	Wertung: **2,18**	Wertung: **2,27**	Wertung: **2,28**

Power-Managment²

Der Netzteilkauf wird oft stiefmütterlich behandelt, obwohl es hier auf mehr ankommt als nur die reine Leistung. Auf den folgenden Seiten finden Sie einige Tipps für den nächsten Netzteilkauf.

Ihr gesamter Rechner benötigt Energie, die durch ein Netzteil bereitgestellt wird, und gerade aus diesem Grund sollte der Kauf eines Stromspenders wohl überlegt sein. Wer hier am falschen Ende spart, riskiert Schäden an der eigenen Hardware. Der Preis und die Leistung sind nämlich nicht die einzigen Kenngrößen, nach denen Sie Ausschau halten sollten: Restwelligkeit, Schutzschaltungen oder die Güte der Spannungsregulation sind ebenso wichtig, um ein System kontinuierlich mit Strom zu versorgen, wie eben die bloße Leistung. Sie bekommen hier deshalb einen kleinen Überblick über typische Gaming-Netzteile bis 700 Watt, aber auch einen kleinen Exkurs in die Welt der Enthusiasten, wo Spannungswandler schon mal Kilowatt-Dimensionen erreichen. Schließlich sollen Sie nach der Lektüre dieses Artikels informiert in den Netzteilkauf gehen können. Außerdem haben wir einige Empfehlungen und eine Testtabelle, an der Sie sich orientieren können, vorbereitet.

Die Netzteil-Mittelklasse: 500 bis 700 Watt

Für einen normalen Gaming-PC, sprich eine Grafikkarte und maximal moderate Übertaktungsversuche, reicht in der Regel ein Leistungsbereich zwischen 500 und 700 Watt. Mit dieser Menge an Energie können Sie spielend leicht moderne GPUs und Prozessoren mit Strom versorgen, da diese beiden Komponenten am meisten Saft für den Betrieb benötigen. Diese Leistungskategorie stellt im PCGH-Forum auch die größte Fraktion dar und dürfte hierzulande auch der absatzstärkste Bereich bei Netzteilen sein, sodass Sie aus einer Fülle an Produkten wählen können.

Als Faustregel für den Netzteilpreis gelten ungefähr zehn Prozent der Gesamtausgaben für den Rechner als angebracht. Damit haben Sie in der Regel das richtige Verhältnis von Stromspender zu restlicher Hardware erreicht. Außerdem sollten Sie für einen Gaming-PC Netzteile ab einer Gold-Zertifizierung der 80-Plus-Initiative ins Auge fassen. Ab dieser Einstufung garantiert man Ihnen bei Halblast 92 Prozent Effizienz und die Angebote bewegen sich innerhalb einer Preisspanne von 60 bis 115 Euro.

Spannungswandler mit einer Bronze- oder Silber-Zertifizierung werden dank der ähnlichen Preisgestaltung zu Goldnetzteilen obsolet. Die wenig eingesparten Euros geben Sie stattdessen für bessere Baugruppen, längere Garantiezeiten und Effizienz auf – ein schlechter Deal. Bei Platinum- oder Titanium-Netzteile haben Sie nicht nur einen erhöhten Wirkungsgrad und eine hochwertigere Bestückung gekauft, sondern meist auch Garantiezeiten oberhalb der sieben Jahre – hier unterstreichen die Hersteller gerne ihr Vertrauen in das eigene Produkt. Aus diesem Grund finden Sie auf den folgenden Seiten auch keine Empfehlung für Bronze- oder Silberexemplare. Grundsätzlich können Sie bei der Auswahl in unserer Testtabelle wenig falsch machen: Alle Probanden schneiden mit Einser-Wertungen ab und eignen sich vorbehaltlos für den Einsatz in einem Spielerechner. Es kommt daher vor allem auf Ihre persönlichen Vorlieben an: Soll Ihr Wunschnetzteil in einem Silent-System zum Einsatz kommen? Dann ist ein passives Netzteil genau das Richtige für Sie. Alternativ können Sie sich an den Sone-Werten orientieren, die wir ermitteln, oder auf ein semi-passives Gerät setzen. Die Sone-Lautheitswerte werden bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Last gemessen. Da es sich hierbei um eine psychoakustische Messgröße handelt, lässt sich damit

Be Quiet Pure Power 11: Jährliche Verbesserungen

Die neueste Iteration aus dem Jahr 2018 zeigt nicht nur eine Verbesserung gegenüber dem Vorgängermodell von 2017 innerhalb der PCGH-Testnote, außerdem wurde die Spannungsregulation strikter, sodass es zu geringeren Spannungsabfällen in Crossload-Situationen kommt. Netter Nebeneffekt: Die Effizienz wurde angehoben und eine Gold-Zertifizierung der 80-Plus-Initiative sprang deshalb auch noch heraus. Lautheit ist bei Be Quiet verpöhnt, weshalb das Netzteil bis zu einer Last von 50 Prozent nur 0,1 Sone aufweist. Erst ab da steigt der Geräuschpegel bis maximal 0,5 Sone unter Volllast – eine kaum wahrnehmbare Geräuschkulisse in typischen Gaming-PCs.

Corsair AX850 Titanium: Die AX-Serie auf dem neuesten Stand

Corsair hat auf der CES 2019 die AX-Serie wiederbelebt und damit die Lücke zwischen den Platinum-HX-Netzteilen und den Flaggschiffen der AXi-Serie geschlossen. Im Gegensatz zu einem AXi wie etwa dem AX1600i verzichtet Corsair auf eine digitale Multi-Rail-Funktion und die teuren Gallium-Nitrid-Schalter. Nichtsdestotrotz überzeugt das Netzteil mit hervorragenden Werten, wenn es um die Unterdrückung der Restwelligkeit oder die Regulation der Spannung geht. Ein leiser Lüfter, der bei geringen Lasten erst gar nicht anspringt, und der Preis von circa 200 Euro runden das Einsteiger-Netzteil für Enthusiasten zufriedenstellend ab.

die akustische Belastung auf den menschlichen Hörsinn sehr gut einstufen. Bleibt das Netzteil selbst bei vollständiger Belastung unter 1,0 Sone, können selbst Silent-Fans bedenkenlos zugreifen. In unserer Tabelle finden Sie deshalb nur einen passiv gekühlten Vertreter, das Seasonic Prime Fanless 600 Watt. Dieses Netzteil hat aktuell am meisten Leistung im passiven Bereich zu bieten, verfügt über eine Titanium-Zertifizierung und kann mit einer sehr guten Spannungsregulation sowie Unterdrückung der Restwelligkeit punkten. Ein semipassives Netzteil ist beispielsweise das Platimax von Enermax, welches bis zu einer Last von 260 Watt geräuschlos arbeitet und genau wie alle Spannungswandler in der Testtabelle eine gute Spannungsregulation vorweisen kann.

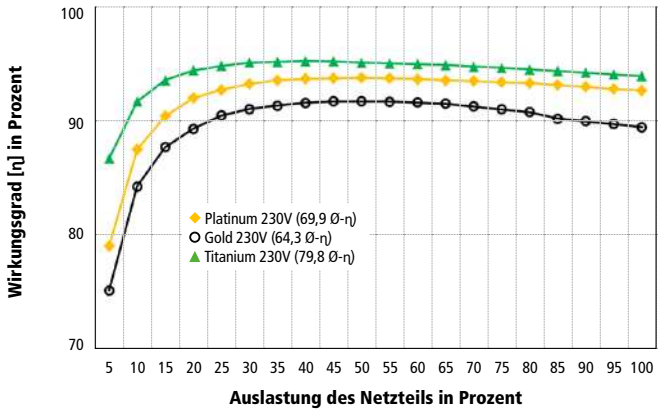
Natürlich spielt auch die Größe eine Rolle, vor allem wenn Sie einen kleinen HTPC (Home Theater Personal Computer) oder schlicht eine Gaming-Lösung in Konsolengröße zusammenbauen möchten. Ideal hierfür geeignet ist der SFX- beziehungsweise SFX-L-Formfaktor, da hier bis zu 40 x 25 x 20,5 mm (T x B x H) gegenüber dem ATX-Standard eingespart werden können. Auch für dieses Unterfangen haben wir einen Stromspender herausgesucht, das Seasonic SGX-650, das mit einer soliden Leistung und einer strikten Spannungsregulation punktet.

Ob Sie sich ein Single- oder Multi-Rail-Netzteil ins Haus holen, hängt von Ihrer individuellen Präferenz ab, aber auch davon, was Sie mit dem Spannungswandler vorhaben. Für Übertakter sind Single-Rail-Netzteile das Maß aller Dinge, da hier die gesamte Leistung theoretisch auf der 12-Volt-Leitung zur Verfügung steht. Mit einem Multi-Rail-Gerät ist Overclocking ebenso machbar, Schutzsschaltungen greifen nur früher. Kommt es beispielsweise zu einem schleichenden Kurzschluss im Rechner, ist nicht gewährleistet, dass der Kurzschlussschutz (SCP: Short Circuit Protection) in einem Single-Rail-Netzteil greift. Die SCP funktioniert nämlich nur, wenn der Widerstand bei oder unter 0,1 Ohm liegt, und bei einem Kurzschluss im Bauteil ist der gemessene Widerstand meist zu groß, sodass das Netzteil den Betrieb nicht rechtzeitig einstellt. Multi-Rail-Ausführungen verteilen die 12-Volt-Schiene hingegen auf mehrere Leitungen mit begrenzter Stromstärke, was den Schutz erhöht. In unserer Tabelle finden Sie im unteren Wattbereich sowohl ein Multi-Rail-Netzteil wie das Be Quiet Pure Power 11, aber auch Single-Rail-Vertreter wie beispielsweise das passive gekühlte von Seasonic. Im oberen Bereich unserer Tabelle haben wir unter anderem das Corsair AX1600i angeführt, welches einen Wechsel zwischen Multi- und Single-Rail per zugeschaltetem Mikrocontroller erlaubt.

Mittlerweile verfügen moderne Netzteile über eine Vielzahl an Schutzschaltungen, die in erster Linie dazu dienen, Sie und Ihre Hardware vor Kurzschlüssen, Spannungsschwankungen im Netz oder Schlimmerem zu bewahren. Verzichten Sie nicht auf diese Schutz-Phalanx und investieren Sie in Überspannungs- (OVP), Kurzschluss- (SCP), Unterspannungs- (UVP), Überlast- (OPP), Überstrom- (OCP) und den Überhitzungsschutz (OTP). Viele Hersteller entsagen jedoch der letztgenannten Schutzschaltung, da sie von den ATX-Bestimmungen nicht

Typische Effizienzkurven von Netzteilen

Wie effektiv sind Netzteile bei unterschiedlichen Lasten?



Bemerkungen: Je höher der Wert liegt, desto effizienter ist das Netzteil zum gegebenen Lastpunkt. High-End-Geräte zeigen auch im Niedriglastbereich die besten Werte – dank der hochwertigen Baugruppen. Zwischen 40 und 75 Prozent sind Netzteile meist am sparsamsten. Die 80-Plus-Effizienz würde bei 80 Prozent liegen.

Netzteile

Auszug aus Testtabelle
mit über 63 Wertungskriterien

	600 W	1.600 W	800 W	750 W
Produkt	**Seasonic Prime Fanless**	**Corsair AX1600i**	**MaxTytan 800W**	**Platimax D.F. 750W**
Modellnummer	SSR-600TL	SKU CP-9020087-EU	EMT800EWT	EPF750AWT
Hersteller	Seasonic	Corsair	Enermax	Enermax
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	200,- Euro/gut	350,- Euro/ausreichend	180,- Euro/befriedigend	150,- Euro/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/fanlesstitanium-prime	www.pcgh.de/corsairax1600i	www.pcgh.de/maxtytan800	www.pcgh.de/platimax750
Dauerleistung (Herstellerangabe)	600 Watt	1.600 Watt	800 Watt	750 Watt
Ausstattung (20 %)	**1,16**	**0,84**	**1,20**	**1,40**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	35–71 cm/35–69 cm	45–80 cm/45–65 cm	50–95cm/50–95cm	50–90 cm/50–90 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/5/6 Stück	2/9/16 Stück	1/4/12 Stück	1/4/12 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (61 cm)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (61 cm)	4+4-Pin (60 cm), 20+4-Pin (60 cm), 8-Pin (60 cm)	2 × 4+4-Pin (70 cm)
12-V-EPS-Stecker	65 cm	65 cm	Kein zusätzlicher vorhanden	Kein zusätzlicher vorhanden
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	6 × 6+2-Pin (65 cm, 67,5 cm), Daisy-Chain	2 × 6+2-Pin (67,5 cm)/6 × 6+2-Pin (65 cm)	6 × 6+2-Pin (60 cm)	4 × 6+2-Pin (50–60 cm)/zwei separate Kabel (je zwei Anschl.)
Modulares Kabelsystem	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem (Lüftergr., Art des Lagers)	Passiv	Aktiv, 140-mm-Lüfter mit hydrodynamischem Lager	Aktiv, 139-mm-Twister-Lager-Lüfter	Aktiv, 140-mm-Twister-Lager-Lüfter
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 12 Jahre	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 10 Jahre	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 5 Jahre	Kurzanleitung/ 5 Jahre
Schutzschaltungen	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP, SIC, NLO	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP, SIC, NLO	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP; SCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder Klett und Plastik, Sticker	Kaltgerätestecker, Schrauben, Magnetbanner, Kabelbinder Klett und Plastik	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder Klett und Plastik	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben, Kabelführung, Abziehschutz, Sticker
Eigenschaften (20 %)	**1,38**	**1,58**	**1,58**	**1,63**
Kondensatoren primär	1 × Nippon Chemi-Con (400 V, 450 uF, 105 °C)	1 × Rubycon 450 V, 680 uF, 105 °C	Nichicon 460 µF, 400 V, 105 °C, Rubycon 570 µF, 400 V, 105 °C	Nichicon 330 µF, 400 V 105 °C
Kondensatoren sekundär	1 × Nippon Chemi-Con (400 V, 390 uF, 105 °C), Nippon-Chemi-con 105 °C	2 × Nippon Chemi-Con 450 V, 470 uF, 105 °C, Chemicon 105 °C	Rubychon	Nichicon 2200 µF, 16 V, 105 °C
Abmessungen L × B × H	170 × 150 × 86 mm	200 × 150 × 86 mm	180 × 150 × 86 mm	150 × 165 × 86 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	100 Watt	180 Watt	100 Watt	100 Watt
Belastbarkeit +12-V-Schienen	600 Watt	1.600 Watt	798 Watt	744 Watt
Aufteilung +12-V-Schienen	Single-Rail	Single-Rail, Multi-Rail digital einstellbar (mit OCP)	Single-Rail	Multi-Rail
Leistung (60 %)	**1,35**	**1,43**	**1,33**	**1,60**
Prüfung 80-Plus-Zertifizier. (115 Volt)	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Effizienz 10/20/50/100 %(230 Volt)**	91/94/95/94	93/95/95/94	91/94/95/93	86/93/93/92
Effizienz bei 25/90/250/500 Watt	83/93/95/94	72/90/95/95	79/91/94/94	76/89/94/93
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0/0/0/0/0 Sone, da passiv	0/0/0,3/1,3/2,8 Sone	0/0/0/0,6/0,7 Sone	0/0/0,7/0,7/0,9 Sone
Leistungsaufnahme bei 45 mA ErP	0,37 Watt	0,35 Watt	0,45 Watt	0,34 Watt
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,73–0,98	0,89–0,99	0,57–0,99	0,55–0,99
Restwelligkeit bei 100 % Last***	18,1/24,1/23,7/24,9/28 mV	7/11,6/6,4/14,4/7 mV	28,8/30,8/12,8/19,2/31,2 mV	20,8/33,6/15,5/28,9 mV
Spannungsregulation	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
FAZIT	⊕ Sehr gute Spannungsregulation	⊕ Hervorragende Effizienzwerte	⊕ Silent Mode bis 720 Watt ⊕ Gute Spannungsregulation	⊕ Sehr gute Ausstattung und Spannungsregulation
	Wertung: **1,32**	Wertung: **1,34**	Wertung: **1,35**	Wertung: **1,55**

** Auslastung *** +5 V, +12 V, -12 V, +3,3 V, +5 Vsb

Netzteile

Auszug aus Testtabelle
mit über 63 Wertungskriterien

	750 W	500 W	750 W	600 W
Produkt	**Antec Earthwatts Gold Pro 750**	**Be Quiet Pure Power 11 CM 500 W**	**Bitfenix Formula 750 Watt**	**Seasonic Focus SGX-650**
Modellnummer	EA750GPRO	BN297	BP-FM750ULAG-7R	SSR-650SGX
Hersteller	Antec	Be Quiet	Bitfenix	Seasonic
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	95,- Euro/befriedigend	60,- Euro/gut	90,- Euro/befriedigend	125,- Euro/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/Antecearth750	www.pcgh.de/pure11	www.pcgh.de/Bitformula750	www.pcgh.de/sgx
Dauerleistung (Herstellerangabe)	750 Watt	500 Watt	750 Watt	650 Watt
Ausstattung (20 %)	**1,84**	**2,07**	**2,25**	**2,00**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	55–100 cm/55–85 cm	50–80 cm/65–80 cm	50–95 cm/80–95 cm	30–60 cm/30–65 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	0/3/8 Stück	1/3/6 Stück	0/4/2 Stück	1/3/6 Stück
12-V-Anschluss/ATX-Stecker (Länge)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (60 cm)	4+4-Pin (60 cm), 20+4-Pin (55 cm)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (60 cm)	4+4-Pin (40 cm), 20+4-Pin (40 cm)
12-V-EPS-Stecker	Kein zusätzlicher vorhanden	Kein zusätzlicher vorhanden	Kein zusätzlicher vorhanden	Kein zusätzlicher vorhanden
PCI-E-Anschlüsse (Länge)	4 × 6+2-Pin (65,80 cm)	2 × 6+2-Pin (50 cm), zwei Einzelkabel	6 × 6+2-Pin (55 cm)	2 × 6+2-Pin (50 cm), zwei Einzelkabel mit je zwei Steckern
Modulares Kabelsystem	Ja, teilmodular	Ja, teilmodular	Nein	Ja
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem (Lüftergr., Art des Lagers)	Aktiv, 120-mm-Fluid-Dynamic-Bearing-Lüfter	Aktiv, Rifle	Aktiv, 120-mm-FDB-Lüfter	Aktiv, FDB
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 7 Jahre	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 5 Jahre	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 5 Jahre	Kurzanleitung, mehrsprachig/ 10 Jahre
Schutzschaltungen	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP, SIC, NLO	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP, NOL, SIC	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Plastikkabelbinder	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder, ATX-Blende, Netzteilaktivator
Eigenschaften (20 %)	**1,43**	**1,93**	**1,43**	**1,35**
Kondensatoren primär	Chemicon, 400 V, 390 µF und 105 °C	1 × Teapo (420 V, 270 uF, 85 °C, LH A3)	Chemicon 680 µF, 400 V, 105 °C	1 × Nippon Chemicon (400 V, 270 uF, 105 °C)
Kondensatoren sekundär	Chemicon	Teapo (16 V, 2200 µF, 105 °C, SY), Teapo (16 V, 3300 µF, 105 °C, SC)	Chemicon	Nippon Chemicon (16 V, 3300 µF, 105 °C)
Abmessungen L × B × H	140 × 150 × 86 mm	160 × 150 × 86 mm	140 × 150 × 86 mm	125 × 125 × 63,5 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	100 Watt	120 Watt	120 Watt	100 Watt
Belastbarkeit +12-V-Schienen	744 Watt	480 Watt	750 Watt	648 Watt
Aufteilung +12-V-Schienen	Single-Rail	Multi-Rail	Multi-Rail	Single-Rail
Leistung (60 %)	**1,60**	**1,55**	**1,67**	**1,86**
Prüfung 80-Plus-Zertifizier. (115 Volt)	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Effizienz 10/20/50/100 %(230 Volt)**	87/91/92/90	85/90/92/90	89/92/93/90	87/91/92/90
Effizienz bei 25/90/250/500 Watt	72/88/92/91	76/89/92/90	71/89/93/91	75/89/92/91
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,2/0,2/0,3/1,2/0,7 Sone	0,1/0,1/0,1/0,3/0,5 Sone	0,2/0,2/0,2/0,4/0,9 Sone	0/0,3/1/1,9/2,5 Sone
Leistungsaufnahme bei 45 mA ErP	0,38 Watt	0,45 Watt	0,35 Watt	0,38 Watt
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,80–0,98	0,86–0,99	0,68–0,98	0,84–0,98
Restwelligkeit bei 100 % Last***	25,9/67,1/35,9/32,9/25 mV	39,7/29,2/22,4/37/23,6 mV	40,6/51,5/71,7/56,9/61,6 mV	47,5/37,33/70,5/26,5/36 mV
Spannungsregulation	Gut	Gut	Gut	Gut
FAZIT	⊕ Gute Spannungsregulation ⊖ Etwas zu geringe Stützzeit	⊕ Gute Spannungsregulation ⊖ Temperaturbereich	⊕ Gute Spannungsregulation und leise	⊕ Gute Spannungsregulation ⊖ Temperaturbereich
	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,74**	Wertung: **1,79**

** Auslastung *** +5 V, +12 V, -12 V, +3,3 V, +5 Vsb

vorgeschrieben wird. Ab den höheren 80-Plus-Label-Zertifizierungen ist die Abwärme aber durch den hohen Wirkungsgrad kalkulierbar.

Die Netzteil-Enthusiastenklasse: 750 bis 1.600 Watt

Netzteile ab 750 Watt aufwärts liefern mehr Leistung, als ein Single-GPU-System im Alltagsgebrauch benötigt. Umso interessanter sind sie für SLI-Konfigurationen, also Rechner mit mehr als einer Grafikkarte, sowie für Extrem-Übertakter. In letzter Zeit sind solche leistungsstarken Netzteile auch in den Fokus von Minern geraten, da in einem Miningrechner normalerweise eine Vielzahl von Grafikkarten zum Einsatz kommen. Mit der höheren Ausgangsleistung geht tendenziell auch ein höherer Preis einher, insbesondere in den oberen Effizienzklassen. Wer sich zwei oder mehr Grafikkarten leisten kann, wird allerdings kaum am Netzteil sparen wollen. Darüber hinaus gilt der High-End-Bereich als Innovationsträger; Entwicklungen, die sich hier durchsetzen, können sich später auch in preiswerteren Segmenten etablieren.

Netzteile im oberen Bereich des Leistungsspektrums sollten problemlos die Restwelligkeit unterdrücken können und eine sehr strikte Spannungsstabilität aufweisen. Dieser sogenannte Ripple entsteht, wenn aus dem Wechselstrom aus der Steckdose Gleichstrom erzeugt wird. Bei der Gleichrichtung durch eine Diode bleibt ein Restanteil des ursprünglichen Wechselstroms zurück, der bei Mikroprozessoren zu Datenverlust führen kann. Um diese Gefahr möglichst zu minimieren beziehungsweise auf unbedenkliche Werte zu drücken, werden auf der Primärseite eines Netzteils – das ist die Seite, die den Wechselstrom aufnimmt – hochkapazitative Kondensatoren eingesetzt. Diese Baugruppen dienen dabei als Stromreservoir und „glätten" die Spannung. Kondensatoren ebnen also genau wie eine Planierraupe eine Buckelpiste.

Erhebliche Vorteile in Sachen Effizienz bekommen moderne Netzteile durch die Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Topologie, besser als DC-DC-Technik bekannt, bei der nur die 12-Volt-Spannung von einem Quelltransformator generiert wird. Durch weitere Spannungswandler können dann innerhalb des Netzteils alle anderen Nebenspannungen erzeugt werden, ohne dabei wie früher üblich den Strom anzuheben oder abzusenken. Dadurch wird vermieden, alle Leitungen beim Anpassen der Spannung zu beeinflussen.

In unserer Auswahl haben wir ein Platin-Netzteil, Goldexemplare und die Königsklasse Titanium herangezogen. Das MaxTytan von Enermax liefert als Single-Rail-Vertreter die volle Leistung an jedem Anschluss, ist bis zu 65 Prozent Last passiv und punktet zudem noch mit einer umfassenden Ausstattung. Selbst wenn Sie die gesamten 800 Watt Leistung ausnutzen, erreicht der Spannungswandler gerade mal 0,7 Sone bei Volllast. Mit 180 Euro ist dieses Netzteil nicht gerade billig, hier wird aber auch durchweg höchste Qualität geboten.

Das bereits angesprochene Titanium-Flaggschiff Corsair AX1600i ist ein Jahr nach Veröffentlichung gut 100 Euro billiger geworden und dank Baugruppenbestückung und Ausstattung ideal für Overclocking-Experten geeignet. Hier kommen beispielsweise Schalter aus Gallium-Nitrid zum Einsatz, sodass bessere Effizienzwerte und eine geringe Wärmeentwicklung erzielt werden können. Die Spannungsregulation ist unter anderem dadurch so strikt, dass es zu kaum Abweichungen von der Idealspannung kommt. Lediglich bei der Lautheit müssen hier Abstriche gemacht werden, da bei Volllast 2,8 Sone erreicht werden, bis 30 Prozent Last (480 Watt) läuft aber auch dieses Netzteil semi-passiv.

Noch ein Kandidat mit einer Leistung von 750 Watt, diesmal aber aus der Goldschublade: das Antec Earthwatts Gold Pro 750. Mit einer sauberen Unterdrückung der Restwelligkeit und einer guten Spannungsregulation mit wenig Spannungsdrops kann man hier im Preissegment von knapp 100 Euro wenig falsch machen. Lediglich die Geräuschkulisse bei voller Auslastung ist mit 1,6 Sone hörbar, aber nicht „Game-Breaking", zumal die Lautheit bis 70 Prozent Last (525 Watt) unter 0,5 Sone bleibt und damit kaum wahrnehmbar ist.

Konsequenterweise sind auch in der High-End-Auswahl alle Netzteile mit modularem Kabelmanagement realisiert; besonders wichtig ist hier aber die Anzahl der 6+2-Pol-PCI-E-Anschlüsse und -Kabel, damit Multi-Grafikkarten-Systeme umstandslos angeschlossen und versorgt werden können. Hier gibt sich ebenfalls keiner der Kandidaten eine Blöße, sodass Sie mehrere GPUs ohne Probleme betreiben können. Achten Sie eventuell bei Multi-Rail-Netzteilen im oberen Watt-Bereich darauf, dass die 12-Volt-Schiene die kombinierte Leistung von Prozessor und GPUs bereitstellt. *(ab)*

Seasonic Focus+: Beste Energie mit PCGH-Label

Gegenüber dem bereits gelungenen Seasonic Focus+ wurde die PCGH-Edition gezielt optimiert. So bietet das Netzteil gesleevte (ummantelte) Kabel, mehr und längere Kabelstränge und stellt insgesamt vier PCI-Express-Anschlüsse sowie weitere SATA- und PATA-Stecker zur Verfügung. Auf Wunsch lässt sich außerdem der Fanless Mode aktivieren: Dabei steht der Lüfter bis 35 Prozent Last komplett still, sodass der Stromwandler keine Geräusche von sich gibt. Bei der PCGH-Edition wurde die Lüfterkurve weiterhin leicht optimiert; so erzeugt das Netzteil selbst bei 80 Prozent Last nur 0,1 Sone und ist damit beinahe unhörbar.

Thermaltake iRGB 1250 Watt: Digitales Powermangement

RGB-Fans kommen bei Thermaltakes iRGB auf ihre Kosten: 16,8 Millionen Farben, gesteuert über die DPS-G-Software. Diese dient auch als Überwachungstool für das Netzteil und kann dort Informationen wie aktuellen Verbrauch oder entstandene Kosten ausgeben. Ausstattungstechnisch muss sich das Netzteil nicht hinter der Konkurrenz verstecken, einige Kabel sind sogar einzeln gesleevt. Die Spannungsregulation ist sehr gut und äußerst strikt, sodass Sie keine Bedenken in Crossload-Szenarien haben müssen. Bis zu einer Last von 625 Watt läuft das Netzteil passiv, ab da wird mit 0,6 Sone Lautheit gekühlt, die dann bei Volllast mit 4,4 Sone tönt.

ENERMAX
POWER. INNOVATION. DESIGN.

ALL-IN-ONE WASSERKÜHLER

360 | 280 | 240 LIQTECH II

360 | 280 | 240 LIQTECH OC TR4 II

500W+ TDP KÜHLLEISTUNG
Der Radiator bietet eine große Kühlfläche mit hoher Wärmeaustauschkapazität dank der feinen Kanäle und dünnen Aluminiumlamellen. Alle Modelle bieten unglaubliche 500W+ TDP für zusätzliche Übertaktungsmöglichkeiten.

AURABELT™ RGB-WASSERBLOCK
Der Aurabelt™ Wasserblock ist mit adressierbaren RGB-LEDs ausgestattet, die Rainbow-Lichteffekte ermöglichen. Die LEDs können mit unterstützten Motherboards von ASRock, ASUS, Gigabyte und MSI synchronisiert werden.

EF1 PUMPENDESIGN
Die robuste EF1-Pumpe mit Präzisionstechnik liefert eine hohe Förderleistung von bis zu 450 l/Std für eine hervorragende Kühlleistung.

SHUNT-CHANNEL
Patentierte Shunt-Channel-Technologie für maximale Kühlleistung. Der Shunt in der Mikrolamellenstruktur minimiert den „Boundary Layer"-Effekt, eliminiert Hot Spots deutlich schneller und sorgt für eine perfekte Wärmeableitung.

UNTERSTÜRZUNG FÜR ALLE AKTUELLEN SOCKEL
LIQTECH II für AMD® Sockel FM1/FM2(+)/AM2(+)/AM3(+)/AM4 und Intel® Sockel LGA 115X/1366/2011(-3) Square ILM/2066.
LIQTECH TR4 II für AMD® Sockel TR4/SP3.

100% IHS ABDECKUNG*
Maßgeschneidert für den integrierten Heat Spreader (IHS) von AMD® Ryzen™ Threadripper™ der 1ten und 2ten Generation für kompromisslose Kühlleistung.
*nur LIQTECH TR4 II

RGB Addressable ENERMAX | ASUS AURA SYNC | ASRock POLYCHROME SYNC | GIGABYTE RGB FUSION READY | MSI RGB MYSTIC LIGHT SYNC

alternate.de | amazon.de | bora-computer.de | computeruniverse.net | csv-direct.de
jacob.de | kmcomputer.de | mindfactory.de | nexoc-store.de | notebooksbilliger.de

ENERMAX.DE

Bild: Sharkoon

Big, Midi oder Zwerg – was darf's denn sein? Wer seiner Hardware ein neues Heim spendieren will, muss sich nicht nur über die Größe des Gehäuses Gedanken machen. Auch Faktoren wie Kühlung, Lautheit der mitgelieferten Lüfter und nicht zuletzt die Optik beeinflussen die Kaufentscheidung.

PC-Behausungen

Ausstattungstrends: RGB-beleuchtete Lüfter und GPUs im Hochformat

Ein Trend, der sich bei den Neuvorstellungen im Jahr 2018 herauskristallisierte, ist der Fakt, dass immer mehr Midi-/Big-Tower und mittlerweile auch Gehäuse-Minis mithilfe von Glaselementen (Seitenteile/Front) sowie einer auffälligen RGB-Beleuchtung optisch viel hermachen und zu Hinguckern, Designerstücken oder Lichtspielern mutieren. Die RGB-Beleuchtung ist definitiv in der Gehäuse-Sparte angekommen und Modelle wie das hier empfohlene Sharkoon Pure Steel oder Corsair Crystal 280X RGB sind mit bunt leuchtenden LED-Lüftern bestückt. Um deren RGB-LEDs zu adressieren, gehört eine RGB-Steuerungsplatine zur Ausstattung, die im Falle des CM Cosmos C700M (siehe unten links) auch für die Regelung der Lüfterdrehzahl eingesetzt wird.

Dabei erfolgt die Bedienung der Steuerplatine entweder per Fernbedienung und RGB-Steuerung der Hauptplatine oder per Knopfdruck am I/O-Panel sowie RGB-Steckverbindung (Header) und der Synchronisierungssoftware des Boards (Sharkoon Pure Steel). Für letztgenannte Variante gibt es je nach Platinenhersteller verschiedene Systeme, die vier wichtigsten sind: Asus (Aura Sync), Gigabyte (RGB Fusion Ready), MSI (Mystic Light Sync) und Asrock (Polychrome RGB). Dazu kommen andere Lösungen der Gehäusehersteller wie das Smart Device und CAM-Software von NZXT oder Corsairs Lighting-Node-Pro-Platine inklusive iCUE-Software. Ein weiteres Ausstattungselement, das seit dem Einsatz von Glaselementen und einer bunten (Lüfter-)Beleuchtung weiter an Bedeutung gewinnt, ist die Möglichkeit, die Grafikkarte mithilfe eines PCI-E-Riser-Kabels hochkant einbauen zu können. Bei Cooler Masters SL600M (siehe Bilder links) kann man für diesen Zweck sogar die Steckplatzblenden um 90 Grad gedreht einbauen. Egal welche Konstruktion zum Einsatz kommt, Ziel ist es, den 3D-Beschleuniger so effektiv wie möglich im oft noch bunt beleuchteten Innenraum zu präsentieren.

Innenraum und Platinenformat

Die Optik und die Größe respektive das Aussehen sowie das Format spielen bei der Wahl eines neuen Gehäuses die wichtigste Rolle. Während der Look eindeutig ein subjektives Kaufkriterium ist, wird die Entscheidung für ein bestimmtes Format durch die Fragen beeinflusst, welche Hauptplatine und welche weiteren Komponenten eingebaut werden und wie viel Raum für den Rechenknecht überhaupt zur Verfügung steht.

Groß, etwas kleiner oder doch lieber ein Mini?

Wenn Sie Ihrer Hardware eine Behausung im Großformat spendieren (Midi/Big Tower oder Hybrid), haben Sie viel Platz, egal ob Sie mehrere Wärmetauscher im 3×120-/3×140-Format oder ein Zwei- oder gar Drei-Wege-SLI/Crossfire-System unterbringen wollen. Je nachdem, wie viele groß dimensionierte PC-Komponenten oder Radiatoren Sie einbauen wollen, kann bereits ein geräumiges, vom Hersteller als Midi Tower klassifiziertes Modell reichen. Gerade bei der neuesten Gehäusegeneration verschwimmen die Grenzen nicht nur bei der Ausstattung und der Zahl der Montageplätze für die Laufwerke, sondern auch bei der für die Kühlung entscheidende Lüfterbestückung (vorhandene Lüfter/Lüfterplätze) immer mehr. Selbst hohe/lange Wakü-Radiatoren lassen sich dank des großzügigen Platzangebots bequem in die großräumigen Midi-Modelle einbauen.

Temperaturentwicklung in Relation zur Größe

Ein wichtiger Aspekt beim Gehäusekauf ist die Temperaturentwicklung. In großformatigen Gehäusen werden zentrale Komponenten wie CPU, Grafikkarte oder Spannungswandler besser gekühlt als beispielsweise in einem mit Hardware vollgestopften Micro-ATX- oder Mini-ITX-Gehäuse. Beim Midi- oder Big-Tower dagegen spielt der Formfaktor respektive das Innenraumvolumen für die Synthese aus einer guten Komponentenkühlung und einer geringen Lüfterlautheit oft eine untergeordnete Rolle. Im Wesentlichen unterscheiden sich Gehäuse der Volumenklasse von rund 120 bis 50 Liter in dem vorhandenen Platz für Komponenten, der Möglichkeit, Radiatoren mon-

Corsair Crystal 280X RGB: Optisch auffälliger Mini

Mit einem Seitenteil aus Glas, Glaselementen an Front und Deckel sowie zwei 120-mm-Lüftern (Front/Deckel) mit RGB-Beleuchtung macht Corsairs Mini-Gehäuse optisch viel her. Um die Lüfterbeleuchtung per iCUE-Software zu steuern, müssen Sie diese an die Lighting-Node-Pro-Platine anschließen und Letztgenannte mit der Hauptplatine verbinden. Bei der Innenraumgestaltung kommt ein Zweikammerdesign zum Einsatz, bei dem der Raum für die Platine und die Kammer für das Netzteil durch eine mit Kabeldurchlässen versehene Wand geteilt wird. An der Front, im Deckel und am Boden steht viel Platz für Lüfter/Radiatoren bereit (siehe Testtabelle). Zur weiteren Ausstattung gehören magnetische Staubschütze an der Front, am Deckel, am Boden und am Seitenteil, ein Kabelführungssystem und eine Laufwerkshalterung auf der Rückseite des Mainboard-Trays. Während der Zweikammerinnenraum einen stressfreien Hardware-Einbau garantiert, ist die CPU-Kühlung mit 78 °C nicht optimal. Dafür werden der Innenraum (46 °C) und die Grafikkarte (78 °C) ordentlich und mit 1,7/1,5 Sone auch nicht zu laut gekühlt.

ab ca. € 155,-

Fractal Design Define R6: Toller Define-R5-Nachfolger

Die Ausstattung des mit einem Glas-Seitenteil bestückten Define-R5-Nachfolgers mischt Altbewährtes mit nützlichem Neuen. Features wie die gedämmte Tür, die Modivent-Deckelkonstruktion oder die entfernbaren 2,5-Zoll-Halterungen auf der Rückseite des Mainboard-Tray gab es schon beim Define R5. Die Netzteilkammer, auf der sich zwei 2,5-Zoll-Laufwerksbefestigungen anbringen lassen, sowie die durch die Demontage des 3,5/2,5-Zoll-Käfigs flexible Innenraumgestaltung sind nützliche Neuerungen. Das Define R6 eignet sich auch optimal für den Einsatz einer Wasserkühlung: An der Front ist Platz für einen 360/280-mm-Radiator und entfernt man die Halterung für die einzeln entnehmbaren 3,5/2,5-Zoll-Laufwerksplätze, lässt sich unter dem Deckel zusätzlich ein 420-mm-Modell anbringen. Für die gute bis sehr gute Kühlleistung (CPU: 60 °C/GPU: 70 °C/ Innenraum: 38 °C) sind die drei 140-mm-Lüfter verantwortlich. Dank der Dämmung für die Tür und das hintere Seitenteil dringt nur eine geringe Geräuschkulisse von 1,1/1,1 Sone aus dem Innenraum.

ab ca. € 140,-

tieren zu können sowie dem Einbaukomfort der Hardware. Unterschiede bei der Wärmeentwicklung im Inneren ergeben sich meist aufgrund der verschiedenen Lüfterbestückungen sowie -anordnung, des Einsatzes einer Wasserkühlung, eines offenen Deckels oder Features wie einer Dämmung.

Großer Innenraum, viel Platz für die Hardware

Bei den Kaufkriterien Kühlung und Platzangebot für Komponenten sowie deren bequemem Einbau hat ein mit einem Micro-ATX- oder gar Mini-ITX-Mainboard bestücktes Minigehäuse mit einem Innenraumvolumen von lediglich 20 bis 30 Litern natürlich das Nachsehen. Auch die Zahl der Komponenten, die in einen Gehäusezwerg eingebaut werden können, ist deutlich eingeschränkt. Zumal es bei den besonders kleinen Modellen auch noch Beschränkungen bei der Länge des Netzteils und der Grafikkarte sowie der Höhe des CPU-(Turm-)Kühlers gibt (siehe Abschnitt: „Grafikkartenlängen"). Trotzdem können auch die kleinen Gehäuse durchaus eine ordentliche und unbedenkliche Komponentenkühlung garantieren. Das setzt jedoch eine durchdachte Lüfterbestückung sowie ein Zweikammersystem wie beispielswesie beim Fractal Design Meshify C Mini oder Corsair Crystal 280X voraus.

Boardformat als Richtgröße

Eines der zentralen Bauteile eines jeden Rechners ist die Hauptplatine. So wird deren Größe neben den Kühlmöglichkeiten, dem Einbaukomfort sowie den restlichen Komponenten, die im neuen Tower untergebracht werden sollen, zu einem der wichtigsten Faktoren bei der Wahl der richtigen Hardware-Behausung. Nur wenn das Board ohne Einschränkungen auf die meistens schon vormontierten Schraubenhalterungen passt, hat man die richtige Wahl getroffen. Während bei Micro-ATX-Gehäusen die Wahl der passenden Platine auf die beiden kleinsten Formate beschränkt ist, hat man als Käufer eines Midi/Big Towers mit wenigen Ausnahmen die Möglichkeit, Mainboards aller Größen einzubauen. Trotzdem gibt es Ausnahmen und Exoten, bei denen es zumindest in einem als Midi Tower klassifizierten Gehäuse noch eng werden kann. Eine XL-ATX-Platine wie das Gigabyte X79-UD7 (Sockel 2011) ist einer dieser Sonderfälle. Einerseits fällt die Platine breiter aus als das Standard-ATX-Modell, andererseits ist das Board so hoch, dass es mit dem in der Regel am Boden des Gehäuses positionierten Netzteil kollidiert.

Innenraumgestaltung

Geht es um die Kühlung von Komponenten sowie viel Platz und Komfort beim Hardware-Einbau, spielt das Innenraumdesign eine wichtige Rolle. Bei der klassischen Aufteilung wird die Platine mit dem I/O-Anschlüssen nach oben und den Steckplätzen nach unten in den Tower eingebaut. Das Netzteil platziert man links unten am Gehäuseboden, die Laufwerkskäfige, die im Idealfall ausgebaut werden können, befinden sich im Frontbereich vor den Lüftern. Letztgenannte saugen Frischluft seitlich oder frontal ein, während der Hecklüfter, die vom CPU-Kühler aufgewärmte Luft aus dem Gehäuse befördert.

Eine Kammer fürs Netzteil

Damit die vom Stromwandler abgestrahlte Hitze die Luft im restlichen Gehäuse nicht aufwärmt, bekommt das Netzteil eine Abdeckung oder Kammer spendiert. Mittlerweile verfügt fast jedes Gehäuse, egal welchen Formates, über ein Zweikammerdesign, bei dem sich der Stromgeber in einem weitestgehend geschlossenen Raum am Gehäuseboden befindet. Beispiele hierfür sind das Fractal Design Define R6 sowie das Be quiet Silent Base 801. Bei diesen Midi-Towern lassen sich sogar die Laufwerkshalterungen in der Kammer, in der sich die Platine befindet, für einen optimierten Luftstrom komplett entfernen. Beide Hardware-Heime verfügen im Gegenzug über alternative 2,5-Zoll-Laufwerksbefestigungen auf der Rückseite der Platinenhalterung. Bei Be quiets Silent Base 801 lassen sich sogar zwei SSDs an einem Blech anbringen, das in der Aussparung im Mainboard-Tray befestigt wird. Ein laufwerksfreier Innenraum wirkt sich aber auch positiv auf den Einbau von Komponenten und die Kabelverlegung aus.

Die Platine steht kopf

Neben dem regulären Zweikammerdesign gibt es auch das Konzept, die Platine wie beim Cooler Master Cosmos 700M/P um 90/180 Grad zu drehen, respektive wie im Dark Base Pro 900 Rev. 2/700 verkehrt herum einzubauen. Auf diese Art und Weise nutzt man den den Konvektionseffekt, der dafürt sorgt, dass die durch den Stromspender aufgewärmte Luft direkt durch den Deckel entweicht. Im Gegenzug wird die heiße Luft in der Hauptkammer durch die Frontlüfter sowie den am Boden platzierten Hecklüfter gekühlt.

Be quiet Silent Base 801: Bezahlbar, mit leiser Kühlung

Be quiets Silent-Base-800-Nachfolger bietet keine RGB-Beleuchtung oder spezielle Extras, dafür aber viel Platz im Innenraum. Letzterer kann laufwerksfrei bleiben oder mit fünf 3,5/2,5-Zoll-Käfigen bestückt werden. Für den Einbau von Lüftern oder Radiatoren ist ebenfalls genug Raum vorhanden (siehe Testtabelle auf S. 62). Im vorderen Bereich der Netzteilkammer, deren Abdeckung für die Montage eines 140/120-mm-Lüfters entfernbar ist, befindet sich ein weiterer Kombi-Käfig für je zwei 3,5/2,5-Zoll-Laufwerke. Für die sehr gute Ausstattungswertung sorgen zusätzlich eine Lüftersteuerungsplatine (dreistufig/PWM), eine herausnehmbare Halterung für Lüfter/einen Radiator im Deckel, der per Knopfdruck bedienbare Schließmechanismus der Seitenteile, die Möglichkeit, die Grafikkarte hochkant sowie den Mainboard-Tray invertiert einzubauen, und eine Dämmung. Letztgenannte ist effektiv, denn es dringen lediglich 1,1/1,2 Sone aus dem noch gut kühlenden Gehäuse (Temperaturen CPU: 66 °C, GPU: 73 °C, Innenraum: 38 °C).

Grafikkartenlänge und Kühlerhöhe

Bei der Wahl eines neuen Hardwareheims muss man sich nicht nur Gedanken über die Gehäuse- und Platinengröße machen. Ein wichtiger Faktor ist auch das Ausmaß zentraler Komponenten wie der Grafikkarte oder des Prozessorkühlers. Wir zeigen, worauf Sie achten müssen, wenn Sie Ihre Hardware in einem Midi-/Micro-/Minigehäuse unterbringen wollen.

Welcher Kühler passt in welches Gehäuse?

Über die Hälfte der bisher getesteten Micro-ATX-Gehäuse, unter anderem auch das Corsair Crystal 280X nimmt Turmkühler mit einer Höhe bis 150 mm anstelle der Boxed-Kühler oder eine Top-Blower-Variante wie den Be quiet Shadow Rock LP oder Cryorig C1 auf. Bei folgenden Sonderfällen darf der Turmkühler sogar deutlich höher ausfallen: Fractal Design Node 804 bis 160 mm, Anides AI7M bis 168 mm, Bitfenix Aegis Core und Fractal Design Meshify C Mini bis 170 mm, sowie Antec ISK 600M bis 174 mm. Im Gegenzug gibt es Micro-ATX-Gehäuse wie das Jonsbo VR2 bei denen die Maximalhöhe für den CPU-Kühler bei 120 mm liegt.

Kleines Gehäuse, kurze GPU?

Wie in der Tabelle rechts zu sehen ist, gibt es auch keine GPU-Standardlängen für die einzelnen Gehäuseklassen. In einen Big Tower passen natürlich alle Modelle, unter anderem 32 cm lange Boliden im Zweier- oder gar Dreierverbund (SLI). Im Midi Tower muss dafür eventuell ein Laufwerkskäfig entfernt werden. Der Großteil der von uns getesteten Micro-ATX-Gehäuse hat Platz für Grafikarten mit 24 cm Länge. Obwohl die GPU-Hersteller mittlerweile speziell für Gehäusezwerge konzipierte Modelle anbieten, haben wir einige Mini-ITX-Gehäuse gefunden, in die auch eine über 30 cm lange Grafikkarte passt.

Gute und leise Kühlung

Will man optimal niedrige Temperaturen im Gehäuse erzielen, ist es natürlich einfach, es mit vielen Lüftern und großzügigen Luftlöchern auszustatten. Im Gegenzug kann ein komplett geschlossenes Gehäuse mit leisen oder gar keinen Lüftern für gefährlich hohe Temperaturen sorgen. Daher kommt es beim Gehäusekauf darauf an, den richtigen Kompromiss aus Lautheit und Temperatur zu finden, wobei der für Sie ideale Mittelweg natürlich auch von Ihrer persönlichen Lärmtoleranz abhängt. Dabei eignen sich manche Gehäuse bauartbedingt besser für niedrige Temperaturen bei angenehmer Lautheit als andere. So dämmen zum Beispiel dicke Seitenwände den Lüfterlärm besser als dünne und Seitenteile aus bis zu 5 mm dickem (Hart)Glas senken die Geräuschkulisse deutlich besser als Plexiglasfenster. Des Weiteren lassen Ausstattungsextras wie Dämmmatten wenig Geräusche aus dem Innenraum nach draußen dringen. Im Gegenzug können große Lüftungslöcher oder Elemente mit Wabengitter die Silent-Tauglichkeit beeinträchtigen, da durch diese optischen Extras die Dämmung leidet.

Lüftergrundbestückung oft schon ausreichend

Von großen Lüftungslöchern oder -schlitzen abgesehen, ist die Anzahl und Art der serienmäßig im Gehäuse eingebauten Lüfter hauptverantwortlich für eine gute Kühlung. Damit die gewährleistet ist, sollten mindestens ein, besser zwei Propeller an der Front die Frischluft ins Innere befördern und der Heckpropeller die verbrauchte Luft wieder herausblasen. Kommt ein Top-Blow-Kühler zum Einsatz oder ist der Hecklüfter mit dem Abführen warmer Luft überfordert, sind Lüfter am Boden, in den Seitenteilen oder der Deckelkonstruktion hilfreich. Erhöht man die Zahl der Propeller, steigt jedoch die Geräuschkulisse. In unseren Gehäusetests prüfen wir stets, wie laut die enthaltenen Lüfter mit regulärer Spannung sind. Dabei überlassen wir die Drehzahlkontrolle dem QFan-Control-Feature der Asus-Platine (PWM-Steuerung).

Grafikkartenlängen: Beispiele

Modell	Länge	Gehäusekompatibilität
MSI GTX 1080 Ti Lightning Z	31,9 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
MSI RTX 2080 Duke 8G OC	31,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Zotac GTX 1070/1080 AMP! Extreme	31,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Sapphire RX Vega 64 Nitro+	31,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus RTX 2080 Ti ROG Strix OC	30,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 980 Ti Strix DC3OC	30,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Powercolor RX Vega 64/56 Red Devil	30,3 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 1060 Strix O6G	30,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus RX Vega 64/56 Strix O8G	30,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 1070/1080 Strix OC	29,9 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
XFX RX 480 GTR (Black Edition)	28,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Gigabyte RTX 2060 Gaming OC Pro	28,1 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
MSI GTX 1070/1080 (Ti) Gaming X 8G	27,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Nvidia RTX 2080 Ti Founders Edition	26,8 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
XFX RX 590 Fatboy	26,8 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
AMD Radeon VII	26,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Sapphire RX 590 Nitro+ Special Ed.	26,1 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Palit GTX 960 (Super) Jetstream	24,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus RX 470 Strix OC	24,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
EVGA GTX 970 FTW	24,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Sapphire RX 480 Nitro+ (OC)	24,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Zotac RTX 2070 Mini	21,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Zotac GTX 1060 AMP!	21,1 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Asus RX 460 Strix O4G	19,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
EVGA GTX 1060 (SC) Gaming	18,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
Gigabyte GTX 1070 ITX Mini OC	17,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
Asus GTX 970 Mini OC	17,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
AMD Radeon R9 Nano	15,3 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
EVGA GTX 1050 Superclocked	15,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX

Bemerkungen: PCGH-Messungen (exklusive Slotblech), absteigend nach Länge sortiert
* Nur ausgewählte Micro-ATX-Gehäuse: Fractal Design Node 804, Antec ISK 600M, Raidmax Hyperion, Bitfenix Aegis Core/Pandora, Fractal Design Meshify C Mini
** Nur ausgewählte Mini-ITX-Gehäuse: Zalman M1, Phanteks Enthoo Evolv ITX, Jonsbo VR1, Cougar QBX, Sharkoon QB One

Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 45 Wertungskriterien

Gehäuse	Define R6 (Tempered Glass Ed.)	Mastercase SL600M	Silent Base 801
Hersteller (Webseite)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	Cooler Master (https://eu.coolermaster.com/de)	Be quiet (www.bequiet.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1746669	www.pcgh.de/preis/1912726	www.pcgh.de/preis/1892117
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 140,-/gut (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)	Ca. € 170,-/befriedigend (ein Seitenteil aus Glas, keine Dämmung)	Ca. € 120,-/gut plus (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)
Version ohne Fenster/ohne Dämmung	Ca. € 130,-/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/€ 170,-	Ca. € 100,-/nicht vorhanden
Ausstattung (20 %)	**1,64**	**1,50**	**1,31**
Plätze für Laufwerke	6 × 3,5/2,5 Zoll, 2 × 2,5 Zoll, 1 × 5,25 Zoll	4 × 2,5/3,5 Zoll, 4 × 2,5 Zoll	7 × 3,5 oder 12 × 2,5 Zoll, 3 × 2,5 Zoll
Erweiterungsslots (Blende)	Sieben + zwei (GPU-Riser)	Neun + zwei (GPU-Riser)	Sieben + zwei (GPU-Riser)
Handbuch	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich
Lüfterplätze	Deckel (offenes Layout): 3 × 140/120 mm , Front: 3 × 120 oder 2 × 140 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite: -, Boden: 2 × 140/120 mm	Deckel: 2 × 200/140 mm oder 3 × 120 mm, Front:-, Heck:-, Seite:-, Boden: 2 × 200/140 mm oder 3 × 120 mm	Deckel: 3 × 140/120 mm, Front: 3 × 140/120 mm , Heck: 1 × 140/120 mm , Seite:-, Boden:-, Netzteilabdeckung: 1 × 140/120 mm
Vorhandene Lüfter	2 × 140 mm (Front), 1 × 140 mm (Heck)	2 × 200 mm (Boden)	3 × 140 mm (2 × Front, 1 × 140 Heck)
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, Audio	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × USB 3.1 (Typ C), Audio	2 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, Audio
Besonderheiten	Dämmung enthalten, ein Seitenteil aus Glas, gedämmte Front-Tür beidseitig montierbar, Modi-Vent-Belüftungstechnik (Deckel entfernbar), Hecklüfter für Radiator verschiebbar, SSD-Montage auf Rückseite der Mainboard-Halterung, Staubschutz Front mit Druckmechanismus, Netzteilkammer mit Montageplatz für zwei 2,5-Zoll-Halterungen, Lüftersteuerungsplatine, Staubschutz an Front und Boden, Kabelführungssystem mit Klettverschluss	Ein Seiteteil aus Glas, Grafikkarte hochkant montierbar, Frontbeleuchtung (USB-Anschlüsse) mit Näherungssensor, Netzteilkammer oben an der Vorderseite (Konvektionseffekt), schraubenloser Deckel mit Druckmechanismus, Universalhalterug für Pumpe, Reservoir-Behälter und 3,5/2,5-Zoll-Laufwerke, SSD-Montage auf der Rückseite des Mainboard-Tray und auf der Netzteilabdeckung, Staubschutz am Boden mit Schiebemechanismus, Halterung für den vertikalen Einbau von zwei GPUs (PCI-Slotblende um 90 Grad drehbar), Lüftersteuerung (dreistufig oder PWM), Kabelführungssystem mit Klettverschlüssen	Eine Seitenteiltür aus Glas, Grafikkarte hochkant montierbar, Netzteilkammer (zweigeteilter Innenraum), SSD-Halterungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays, SSD-Halterung in der Ausparung hinterm Sockel, Herausnehmbare Halterung für Lüfter und Radiatoren im Deckel, Staubschutz am Boden mit Schiebemechanismus, schraubenloser Schließmechanismus Seitenteile, Staubschutz an der Front mit Druckmechanismus, Lüftersteuerung mit PWM-Hub, Kabelführungssystem mit Klettverschlüssen
Eigenschaften (20 %)	**1,33**	**1,61**	**1,18**
Material (nicht gewertet)	Stahl, Kunststoff und Glas	Aluminium, Stahl und Glas	Stahl, Glas und Kunststoff
Gewicht (nicht gewertet)	12,4 kg	13,4 kg	11,4 kg
Abmessungen (H × B × T)/Volumen	46,5 × 23,3 × 54,3 cm/58,8 Liter (offenes Desgin)	54,4 × 24,2 × 57,3 cm/75,4 Liter	55,3 × 28,8 × 53,9 cm/85,8 Liter
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler/Netzteil	44,0/18,5 cm	41,2/19,1 cm/20,0 cm	44,9/18,5/28,8 cm/30,0 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifheit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut
Zusammenbau*/Besonderheiten beim Zusammenbau	Sehr gut/Laufwerkshalterung/Festplattenhalterung demontierbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Tray demontierbar, offenes Innenraumdesign (Kammer mit 3,5/2,5-Zoll-Halterungen demontierbar), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs, Lüftersteuerung per PWM-Signal	Sehr gut/Festplattenkäfige einzeln herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Tray/Netzteilabdeckung demontierbar, Kammer mit Abdeckung für das Netzteil (Zweikammersystem), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen auf der Rückseite, sehr gute Entkoppelung HDDs, Lüftersteuerung (dreistufig/Steuerung per PWM)	Sehr gut/Festplattenschächte einzeln herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Tray demontierbar, Mainboard-Tray kann invertiert eingebaut werden, Zweikammersystem, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs, dreistufige Lüftersteuerung/Platine für Lüftersteuerung per PWM
Praxisprobleme	Keine Probleme	Keine Probleme	Keine
Kompatibilitätstest	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht
Leistung (60 %)	**2,02 (Kühlleistung: 1,78/Lautheit: 2,25)**	**2,02 (Kühlleistung: 1,78/Lautheit: 2,25)**	**2,27 (Kühlleistung: 2,23/Lautheit: 2,31)**
Temperatur CPU	60,0 °C	62,0 °C	66,0 °C
Temperatur GPU (Lüfterdrehzahl/Takt)	71,0 °C (2.093 U/min/1835 MHz)	68,0 °C (1.995 U/min/1848 MHz)	73,0 °C (2.135 U/min/1835 MHz)
Temperatur Innenraum Gehäuse/M.2-SSD	36,7 °C/54,0 °C	37,0 °C/51,0 °C	38,2 °C/57,0 °C
Lautheit der Lüfter, 50 cm Abstand frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	1,1/1,1 Sone	1,0/1,1 Sone	1,1/1,2 Sone
FAZIT	⊕ Ausstattung (offenes Design/Deckel/Tür) ⊕ Kühlung der CPU, GPU und Innenraum	⊕ Kühlleistung GPU und Innenraum ⊕ Geringe Lautheit der vormontierten Lüfter	⊕ Gute bis sehr gute Kühlung von CPU/GPU ⊕ Geringe Lautheit der Pure-Wings-2-Lüfter
	Wertung: **1,80**	Wertung: **1,83**	Wertung: **1,86**

* System: Intel Core i7-6700K, Intel Z170, Gigabyte GeForce GTX 1070 OC Edition (83 Grad Temp-Target), 2 x 8 GiByte DDR4-2133-RAM, Themalright AXP-100 (Q-Fan-Profil: Standard), Seasonic Focus+ Gold PCGH-Edition 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C

Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 45 Wertungskriterien

Gehäuse	Silent Base 601	Carbide 678C	Pure Steel RGB
Hersteller (Webseite)	Be quiet (www.bequiet.com)	Corsair (www.corsair.com)	Sharkoon (https://de.sharkoon.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1874389	www.pcgh.de/preis/1990472	www.pcgh.de/preis/1898904
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 105,-/befriedigend plus (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)	Ca. € 200,-/befriedigend (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)	Ca. € 80,-/gut plus (ein Seitenteil aus Glas, keine Dämmung)
Version ohne Fenster/ohne Dämmung	Ca. € 95,-/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/€ 80,-
Ausstattung (20 %)	**1,81**	**1,24**	**3,51**
Plätze für Laufwerke	7 × 3,5 oder 12 × 2,5 Zoll, 2 × 2,5 Zoll	1 × 5,25 Zoll, 6 × 3,5/2,5 Zoll, 3 × 2,5 Zoll	1 × 3,5/2,5 Zoll, 2 × 3,5 Zoll, 2 × 2,5 Zoll
Erweiterungsslots (Blende)	Sieben + zwei (GPU-Riser)	Sieben + zwei (GPU-Riser)	Sieben
Handbuch	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich
Lüfterplätze	Deckel: 3 × 140/120 mm, Front: 3 × 140/120 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite: -, Boden: -, Netzteilabd.: 1 × 140/120 mm	Deckel: 3 × 120/2 × 140 mm, Front: 3 × 120/2 × 140 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seitenteil:-, Boden: 2 × 140/120 mm	Deckel:-, Front:-, Heck: 1 × 120 mm, Seitenteil (neben der Platine): 2 × 120 mm, Boden: 3 × 120 mm
Vorhandene Lüfter	1 × 140 mm (Heck)/1 × 140 mm (Front)	3 × 140 mm (Front, Deckel, Heck)	3 × 120 mm (Boden, RGB), 1 × 120 mm (Heck, RGB)
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, Audio	2 × USB 3.0, 1 × USB 3.1 (Typ C), Audio	2 × USB 3.0, Audio
Besonderheiten	Dämmung, ein Seitenteil aus Glas, Netzteilkammer, SSD-Montage auf Rückseite der Mainboard-Halterung, Staubschutz-Front mit Druckmechanismus, schraubenloser Schließmechanismus für die Seitenteile, Netzteilhalterung, Lüftersteuerung, Staubschutz am Boden mit Zugmechanismus, Kabelführungssystem mit Klettverschlüssen	Dämmung enthalten (Deckel/Seitenteil), ein Seitenteil aus Glas, Fronttür mit Dämmung, Seitenteiltür, geschlossener Deckel mit Magnetsystem statt Staubfilter, Hecklüfter für Radiator verschiebbar, SSD-Monatge auf der Rückseite des Mainboard-Trays, werkzeugfreie Befestigung für drei SSDs, Staubschutz am Boden mit Zugmechanismus, Grafikkarte kann hochkant eingebaut werden, magnetischer Staubschutz für die Front und den Deckel, PWM-Hub für Lüftersteuerung per Platine, Netzteilkammer, Kabelführungssstem mit Kabelbindern	Ein Seitenteil und die Front aus Glas, RGB-Beleuchtung für Front- und Hecklüfter, Platine für die RGB-Beleuchtungssteuerung der Lüfter (per Resetknopf oder Mainboard), Netzteilkammer (zweigeteilter Inneraum), SSD-Montage auf der Rückseite des Mainboard-Trays, Hecklüfter für Radiator verschiebbar, entfernbarer Staubschutz am Boden mit Zugmechanismus, Grafikkartenhalter
Eigenschaften (20 %)	**1,32**	**1,39**	**1,65**
Material (nicht gewertet)	Stahl, Glas und Kunststoff	Stahl, Glas und Kunststoff	Stahl und Glas
Gewicht (nicht gewertet)	11,2 kg	13,6 kg	8,6 kg
Abmessungen (H × B × T)/Volumen	51,4 × 24,0 × 53,2 cm/65,6 Liter	49,7 × 23,9 × 54,9 cm/65,2 Liter	47,5 × 21,0 × 47,4 cm/47,3 Liter
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler/Netzteil	44,9/18,5 cm	37,0/17,0/22,5 cm	42,0/16,0/29,5 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/Verwindungssteifheit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut
Zusammenbau*/Besonderheiten beim Zusammenbau	Sehr gut/ Festplattenschächte einzeln herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays demontierbar, Zweikammersystem, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs, dreistufige Lüftersteuerung	Sehr gut/HDD-Käfig herausnehmar, SSD-Halterungen auf Rückseite des MB-Tray demontierbar, separate Kammer für die Platine, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung HDDs, Lüftersteuerung per PWM-Signal vom Board	Gut bis sehr gut/Festplattenkäfig herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Trays demontierbar, Kammer für die Platine, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, mäßige Entkoppelung der HDDs
Praxisprobleme	Keine	Keine Probleme	Keine
Kompatibilitätstest	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht
Leistung (60 %)	**2,12 (Kühlleistung: 1,99/Lautheit: 2,25)**	**2,39 (Kühllung: 2,16/Lautheit: 2,63)**	**2,54 (Kühlung: 1,95/Lautheit: 3,13)**
Temperatur CPU	64,0 °C	67,0 °C	66,0 °C
Temperatur GPU (Lüfterdrehzahl/Takt)	70,0 °C (2.051 U/min/1848 MHz)	72,0 °C (2.110 U/min/1835 MHz)	70,0 °C (2.055 U/min/1848 MHz)
Temperatur Innenraum Gehäuse/M.2-SSD	37,0 °C/56,0 °C	33,5 °C/56,0 °C	29,4 °C/55,0 °C
Lautheit der Lüfter, 50 cm Abstand frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	1,1/1,1 Sone	1,2/1,4 Sone	1,7/1,9 Sone
FAZIT	⊕ Gute bis sehr gute Kühlung von CPU/GPU ⊕ Geringe Lautheit der Pure-Wings-2-Lüfter	⊕ Ausstattung (Dämmung, PWM-Modul) ⊕ Gute Kühlleistung CPU, GPU, Innenraum	⊕ Vier Lüfter mitgelief./gute Kühlung GPU ⊖ Zu hohe Lüfterlautheit bei max. Drehzahl
	Wertung: **1,90**	Wertung: **1,96**	Wertung: **2,55**

* System: Intel Core i7-6700K, Intel Z170, Gigabyte Geforce GTX 1070 OC Edition (83 Grad Temp-Target), 2 x 8 GiByte DDR4-2133-RAM, Themalright AXP-100 (Q-Fan-Profil: Standard), Seasonic Focus+ Gold PCGH-Edition 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C

Gehäuse

Auszug aus Testtabelle
mit 45 Wertungskriterien

Gehäuse	Gaming 998B Rambot	Meshify C Mini	Crystal 280X RGB
Hersteller (Webseite)	LC-Power (www.lc-power.com)	Fractal Design (www.fractal-Design.com)	Corsair (www.corsair.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1927085	www.pcgh.de/preis/1779755	www.pcgh.de/preis/1827404
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 90,-/befriedigend (ein Seitenteil aus Glas, keine Dämmung)	Ca. € 85,-/befriedigend plus (ein Seitenteil aus Glas, keine Dämmung)	Ca. € 155,-/befriedigend minus (ein Seitenteil aus Glas, Front und Deckel teilverglast, keine Dämmung)
Version ohne Fenster/ohne Dämmung	Nicht vorhanden/€ 95,-	Nicht vorhanden/€ 95,-	Nicht vorhanden/€ 155,-
Ausstattung (20 %)	**3,31**	**3,78**	**2,96**
Plätze für Laufwerke	5 × 3,5/2,5 Zoll	2 × 3,5/2,5 Zoll, 3 × 2,5 Zoll	2 × 3,5/2,5 Zoll, 3 × 2,5 Zoll
Erweiterungsslots (Blende)	Sieben	Vier	Vier
Handbuch	Faltblatt	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich
Lüfterplätze	Deckel: 2 × 140/120 mm, Front: 3 × 120 mm, Heck: 1 × 120 mm, Seite: -, Boden: -, Netzteilkammer: 1 × 120 mm	Deckel: 2 × 140/120 mm, Front: 2 × 140/3 × 120, Heck: 1 × 120 mm, Seite:-, Boden (Netzteilkammer): 1 × 120 mm	Deckel: 2 × 140/120 mm, Front: 2 × 140/120 mm, Heck - Seite (rechts): 1 × 140/120 mm, Boden: 2 × 140/120 mm
Vorhandene Lüfter	3 × 120 mm (Front, ARGB), 1 × 120 mm (Heck, ARGB)	2 × 120 mm (Front/Heck)	2 x 120 mm (Front/Deckel, RGB beleuchtet)
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, Audio	2 × USB 3.0, Audio	2 x USB 3.0, Audio
Besonderheiten	Ein Seitenteil aus Glas, RGB-Beleuchtung für Front- und Hecklüfter, Netzteilkammer (zweigeteilter Innenraum), SSD-Montage auf der Rückseite des Mainboard-Trays, RGB-Steuerungsmodul mit Fernbedienung, werkzeuglose 3,5-Zoll-Laufwerkshalterung, Staubschutz für den Deckel (Schraubmechanismus), nicht entfernbarer Staubschutz im hinteren Teil der Netzteilkammer	Ein Seitenteil aus Glas, magnetischer Staubschutz für den Deckel, Hecklüfter für Radiator verschiebbar, SSD-Montage auf Rückseite des Mainboard-Trays mit entfernbarer Halterung, Netzteilkammer, Staubschutz an Front und Boden (leicht entfernbar), Kabelführungssystem (Klettverschlüsse)	Seitenteil aus Glas sowie Deckel und Front teilverglast, beleuchtete Lüfter (RGB), RGB-Beleuchtungsregler (Lighting Node Pro), magnetischer Staubschutz Front, Zusatzhalterung für SSD/HDD-Montage in der Netzteilkammer, Lüfter am Boden für Frontradiator verschiebbar, magnetischer Staubschutz am Boden, werkzeuglose Laufwerkshalterungen (3,5 und 2,5 Zoll), magnetischer Staubschutz Seitenteil (rechts), Netzteilkammer (Zweikammersystem), Kabelführngssystem
Eigenschaften (20 %)	**2,07**	**1,73**	**1,96**
Material (nicht gewertet)	Glas, Stahl und Kunststoff (Acrylglasfront)	Stahl, Kunststoff und Glas	Stahl, Glas und Kunststoff
Gewicht (nicht gewertet)	8,1 kg	6,3 kg	7,1 kg
Abmessungen (H × B × T)/Volumen	51,6 × 22,2 × 49,0 cm/56,1 Liter	39,9 × 21,2 × 39,5 cm/33,4 Liter	35,1 × 27,6 × 39,8 cm/38,6 Liter
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler/Netzteil	39,0/17,0/19,0 cm	31,5,/17,2 cm	30,0/15,0 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/ Verwindungssteifheit	Gut/sehr gut/gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut
Zusammenbau*/Besonderheiten beim Zusammenbau	Gut bis sehr gut/Festplattenkäfig herausnehmbar, Hecklüfter verschiebbar, Kammer für die Platine, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, mäßige Entkoppelung der HDDs	Gut bis sehr gut/ Festplattenkäfig herausnehmbar, Halterung für 3 × 2,5-Zoll HDDs/ SSDs (Rückseite Mainboard-Tray) demontierbar, Zweikammersystem (Netzteilkammer/Mainbord-Kammer), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen und Kabelmanagement auf der Rückseite, sehr gute Entkopplung der HDDs	Gut bis sehr gut/ Festplattenkäfig herausnehmbar, Halterung für 3 × 2,5-Zoll HDDs/ SSDs (Rückseite Mainboard-Tray) demontierbar, Zweikammersystem (Netzteilkammer/Mainbord-Kammer), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen und Kabelmanagement auf der Rückseite, sehr gute Entkopplung der HDDs
Praxisprobleme	Mittel: Die Lüfter besitzen nur Stromanschlüsse für die RGB-Steuerungsplatine, aber keinen Drei-/Vier-Pin-Stecker (Mainboard-PWM/5- oder 7-Volt-Adapter)	Keine Probleme	Keine Probleme
Kompatibilitätstest	Extended und XL-ATX passen nicht	ATX, Extended und XL-ATX passen nicht	ATX, Extended und XL-ATX passen nicht
Leistung (60 %)	**2,58 (Kühlung: 2,04/Lautheit: 3,13)**	**2,70 (Kühlleistung: 2,33/Lautheit: 3,06)**	**3,02 (Kühlleistung: 3,16/Lautheit: 2,88)**
Temperatur CPU	64,0 °C	69,0 °C	78,0 °C
Temperatur GPU (Lüfterdrehzahl/Takt)	72,0 °C (2.051 U/min/1848 MHz)	74,0 °C (2.190 U/min/1835 MHz)	78,0 °C (2.348 U/min/1810 MHz)
Temperatur Innenraum Gehäuse/M.2-SSD	36,0 °C/56,0 °C	31,0 °C/58,0 °C	45,6 °C/69,0 °C
Lautheit der Lüfter, 50 cm Abstand frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	1,7/1,9 Sone	1,7/1,8 Sone	1,7/1,5 Sone
FAZIT	⊕ Ausstatt. (RGB-Lüfter)/gute Kühlleistung ⊖ Lautheit der nicht steuerbaren Lüfter	⊕ Moderate Temperaturentwicklung ⊖ Lautheit der mitgel. Lüfter etwas zu hoch	⊕ Geringe Lautheit der mitgelief. Lüfter ⊖ Temperatur CPU und m.2-SSD zu hoch
	Wertung: **2,63**	Wertung: **2,72**	Wertung: **2,76**

* System: Intel Core i7-6700K, Intel Z170, Gigabyte Geforce GTX 1070 OC Edition (83 Grad Temp-Target), 2 x 8 GiByte DDR4-2133-RAM, Themalright AXP-100 (Q-Fan-Profil: Standard), Seasonic Focus+ Gold PCGH-Edition 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C

AIRAZOR™

RGB

RAMBOT

GAMING 998B

Erleben Sie RAMBOT, den neuen, hochwertigen Gaming-ATX-Tower aus dem Hause AiRazor!
RAMBOT bietet Ihnen die modernste Technik gepaart mit hochwertigen Materialien, die keine Wünsche offen lassen!

- 2x USB 3.0-Port
- Seitenteil aus getöntem Hartglas
- Design-Frontpanel
- 4x 120mm-RGB-Rainbow-Gehäuselüfter
- inklusive Fernbedienung zur Farbsteuerung
- Radiator bis zu 360 mm montierbar (optional erhältlich)

RAMBOT - Entwickelt von Enthusiasten für Enthusiasten!

www.airazor-gaming.com

*Wasserkühlung/Radiator, Mainboard, Grafikkarte, PSU, RAM-Speicher sowie weitere Lüfter sind optional erhältlich

AiRazor-Produkte u.a. erhältlich bei: Amazon.de - Bora-Computer.de - Cyberport.de | .at - ebay.de - KMComputer.de - Mindfactory.de - Brack.ch - Steg-Electronics.ch

Peripherie für Spieler

Knackiger, mitreißender Sound, eine präzise und ergonomische Maus und eine Tastatur mit langlebigen, mechanischen Tastenschaltern gehören an jeden Spiele-PC. Wir haben passende Empfehlungen für Sie.

Headsets: Sound, Komfort und Verständlichkeit

Headsets, die für den Spieleeinsatz entwickelt wurden, müssen eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben unter teils recht verschiedenartigen Umständen erfüllen. Ein gutes Headset klingt beim alltäglichen Musikhören voll und sauber, kann beim Spielen kräftige Bässe und leise Schrittgeräusche wiedergeben, sitzt fest und sicher, aber auch nach Stunden noch bequem und erlaubt dank einem guten Mikrofon eine störungsarme und verständliche Kommunikation mit den Mitspielern. Wir haben zwei sehr unterschiedliche Geräte für Sie ausgewählt, auf die diese Umstände zutreffen, und die zudem einen attraktiven Preisrahmen einhalten.

Turtle Beach Atlas Elite: Gut klingendes, bequemes Stereo-Headset zum fairen Preis. Der US-amerikanische Hersteller Turtle Beach ist bereits seit dem Jahre 1975 im Audio-Bereich tätig und fertigte lange Zeit unter anderem Sound-Chips und -karten für den PC. In den letzten Jahren konzentriete sich der Herstellers aber auf Headsets, insbesondere für den Konsolenmarkt. Dort konnte Turtle Beach auch Fuß fassen, die in erster Linie für die Daddelkisten entwickelten Heatsets sind bei Konsolenspielern beliebt. Doch PC-Spieler konnte Turtle Beach bislang nicht so recht erreichen. Dies soll sich mit der spezifisch für PC-Spieler ausgelegten und kämpferisch bepreisten Atlas-Reihe ändern. Das obere Ende der drei primär für den PC konzipierten Headsets markiert das Klinken-Headset Atlas Elite. Es orientiert sich stark am deutlich teureren Oberklasse-Headset Elite Pro, ist in einigen Designaspekten aber etwas simplifiziert. So wurde beispielsweise die Anpassungsmechanik für das Kopfband eingespart. Die aus schwarzem Plastik in Klavierlackoptik gefertigten Seitendeckel können nun dank einer Magnetbefestigung abgenommen und auf Wunsch gegen bedruckte Deckel aus dem Turtle-Beach-Sortiment ausgetauscht werden. Auch das Mikrofon des Atlas Elite ist neu und die in beiden Geräten verbauten 50-mm-„Nanoclear"-Treiber unterscheiden sich untereinander ein wenig. Die

beiden Elite-Varianten sind also ähnlich, aber nicht baugleich. Viel bedeutender ist unseres Erachtens aber, dass das Atlas Elite nur rund die Hälfte des Elite Pro kostet, aber beinahe alle Tugenden des deutlich teureren Geräts beibehält.

Das Atlas Elite sitzt dank der sehr weichen, dick mit Memory-Foam gefütterten sowie mit Kunstleder veredelten Polster und der guten Balance sehr bequem, das Kopfband passt sich auch ohne Einstellungsmöglichkeiten sauber der Kopfform an. Brillenträger freuen sich über eine in den Polstern verbaute Mechanik, mit der eine Aussparung für die Bügel freigegeben und angepasst werden kann (siehe Bild). Um die Mechanik zu erreichen, können die Polster dank einer praktischen Magnetbefestigung einfach abgenommen werden, was auch bei der Reinigung sehr gelegen kommt. Die Isolation ist gut, dank der teils mit Faser ummantelten Polster wird auch ein wenig Luftzirkulation zugelassen. Das Tragen des Headsets ist daher erfreulich angenehm, auch über längere Zeiträume.

Auch klanglich kann das Atlas Elite voll überzeugen. Eine leichte Betonung der unteren Frequenzen sorgt für einen angenehm warmen Grundton, ansonsten ist der Sound im Rahmen von Headsets ausgewogen und neutral. Die Detailabbildung und Tiefenstaffelung sind erfreulich hoch und erlauben dem Hörer, Klänge klar auszumachen und zu orten, Stimmen klingen natürlich, der Bass ist flott und straff. Das Atlas Elite schlägt sich bei der Musikwiedergabe gut. Noch gefälliger wirkt das Headset aber beim Spieleeinsatz. Die recht hohe Klangtreue, die gute Auflösung und saubere Detailabbildung erlauben eine zielsichere Ortung von Geräuschen, der Tiefton ist satt und kräftig, ohne andere Frequenzen negativ zu beeinflussen und neigt nicht zum Dröhnen. Das flexible, gut platzierbare und abnehmbare Mikrofon ist ebenfalls sehr überzeugend und zeichnet die Stimme ohne störende Nebengeräusche natürlich und klar verständlich auf. Der aktuell aufgerufene Straßenpreis von gerade einmal knapp über 80 Euro macht das Turtle Beach Atlas Elite zu einem sehr attraktiven Headset für Spieler, die nicht auf guten Klang, hohen Komfort und eine gute Verarbeitung verzichten, zugleich aber auch nicht Hunderte Euro für ein High-End-Gerät bezahlen wollen.

Corsair HS70 Wireless: Sauber gestaltetes Funk-Headset mit gutem Klang. Neben der Void-Reihe bietet Corsair mit dem HS70 ein weiteres Funk-Headset für rund 100 Euro an. Das HS70 steht laut Corsair nicht in Konkurrenz mit dem Void RGB, das eher die Gaming-Sparte bedienen soll. Statt mit RGB-Beleuchtung und auffälligem Design zu kokettieren, erscheint das HS70 eher gediegen und mit einem sehr gepflegt wirkenden Äußeren. Die ovalen Hörermuscheln sind mit einem Drahtgitter samt Corsair-Logo veredelt, die dicke Polsterung des Kopfbügels ist mit schicken Ziernähten versehen, beinahe alle Kunststoffteile sind mit haptisch angenehmen Kunstleder überzogen, die Kabel sauber in Aussparungen in der Aufhängung verborgen und geschützt. Der Bügel ist metallverstärkt und flexibel, belastete Elemente sind mit zusätzlichen Verstärkungen gesichert. Das HS70 wirkt beinahe schon edel und sehr robust.

Die Verbindung mit einem PC wird via USB-Dongle hergestellt, zudem ist der Anschluss an eine PS4 möglich. Über einen zusätzlichen Klinkenanschluss verfügt das HS70 dagegen nicht. Das HS70 wiegt rund 330 Gramm und gehört damit zu den leichteren kabellosen Headsets. Die Reichweite gibt Corsair mit 12 Metern an, was wir gar ein wenig überschreiten konnten, bevor die Verbindung merklich gestört wurde. Hindernisse wie Möbel, Glasscheiben oder Wände schränken die 2,4-GHz-Funkübertragung aber natürlich mehr oder minder stark ein. Der Akku ist nicht wechselbar, hält aber auch über lange Gaming-Sessions hinweg. Laut Herstellerangabe liegt die Laufzeit bei 16 Stunden, bei hohem Pegel wird dies aber deutlich geringer ausfallen.

Die Funkverbindung ergänzt dank kabelloser Freiheit den generell schon hohen Komfort des HS70. Die Polsterung ist üppig und bequem, das Gewicht wird gut verteilt und selbst die für den kabellosen Einsatz nötigen Komponenten, darunter ein schwerer Akku, bringen das Gerät nicht aus dem Gleichgewicht. Sämtliche wichtigen Funktionen können Sie direkt am Headset vornehmen, neben dem Knopf zum Ein- und Ausschalten an der rechten Hörerseite ist auf der linken ein weiterer angebracht, mit dem sich das Mikrofon stummschalten lässt. Darüber ist das Lautstärkerädchen angebracht, darunter signalisiert eine LED den Betriebszustand. Weitere Einstellungen lassen sich über Corsairs Utility Engine vornehmen. Dazu zählt eine Option für virtuellen 7.1-Surroundsound, außerdem lässt sich eine Abhörfunktion für das gut funktionierende, recht natürlich klingende Mikrofon zuschalten und ein 10-Band-Equalizer samt fünf vordefinierten Profilen nutzen. Letztere können Sie außerdem durch eigene erweitern.

Corsairs HS70 bietet dank Funkverbindung ungebundene Freiheit. Obendrein bekommen Sie guten Klang, schlicht-edles Design und hohen Komfort zum günstigen Preis.

Das Atlas Elite ist ein sehr gutes, fair bepreistes Headset, das neben gutem Sound auch hohen Komfort bietet – für Brillenträger lassen sich gar die Polster anpassen.

Das HS70 kann aber nicht nur bei Komfort, Bedienung und der Bewegungsfreiheit punkten, sondern auch beim Klang. Das HS70 klingt ausgewogen, trotz großer 50-mm-Treiber ist der Bass straff und direkt und sticht nicht im – für diese Preisklasse – erfreulich detaillierten Klangbild hervor. Bei sehr tiefen Frequenzen wird der Bass etwas unpräzise und brummig und die Höhen könnten noch etwas klarer ausfallen, um Auflösung und Präzision zu verbessern, die Mitten etwas mehr Körper vermitteln – doch das ist wirklich Meckern auf hohem Niveau und von einem Headset der 100-Euro-Preisklasse nicht wirklich zu erwarten. Tatsächlich schlägt sich das HS70 in diesem Preisbereich ausgezeichnet und kann sich mit vielen anderen empfehlenswerten Geräten messen. Auch das Mikrofon verrichtet gute Arbeit. Dank eines langen, flexiblen Halses lässt es sich einfach vor dem Mund platzieren, die Stimme wird ohne starkes Rumpeln, Zischen oder Rauschen sauber wiedergegeben. Größte Stärke des HS70 ist jedoch das für ein kabelloses Headset sehr günstige Preis-Leistungs-Verhältnis. Die zusätzliche Bewegungsfreiheit gibt es beim HS70 ohne deutlichen Aufpreis obendrauf. Die aufgerufenen 110 Euro sind ein ausgesprochen faires Angebot. *(pr)*

Mäuse und Tastaturen: Unverzichtbare Spielpartner

Die Tastatur und die Maus sind der verlängerte Arm des Nutzers und somit die Haupteingabegeräte des PCs. Dabei ist eine nahezu latenzfreie Reaktion des Maussensors, der jede noch so kleine Bewegung des Spielers direkt und präzise umsetzt, das wichtigste Kaufkriterium. So kommt auch bei jeder der drei von uns empfohlenen Spielermäuse ein moderner optischer, per IR-LED abtastener Sensor zum Einsatz. Unsere beiden Tastatur-Kaufempfehlungen sind mit mechanischen Tastenschaltern ausgestattet, die RGB-beleuchtet sind und sich dank ihres konstant gleichen Hubwegs und ihrer Betätigungskraft optimal für das Spielen am PC eignen. Eine Makrofunktion (mit Direktaufzeichnung) sowie eine Profilverwaltung gehören ebenfalls zur Pflichtausstattung einer Gaming-Tastatur.

Wenn Sie eine große Hand haben und den Palm-Griffstil beim Spielen bevorzugen, ist die Corsair Ironclaw RGB ein empfehlenswerter und auch relativ günstiger Spielpartner.

Die Leuchtstreifen mit 20 Lichtzonen an der Seite sind die auffälligste Neuerung der Mamba Elite. Dazu kommen Überarbeitungen bei den Seitenteilen und weitere Extras.

Sharkoon spendiert dem Drakonia-Nachfolger mit dem Pixart PMW 3360 nicht nur einen sehr modernen optischen Sensor. Man legt auch bei der Ausstattung nach.

Corsair Ironclaw RGB: Bezahlbare Maus für Spieler mit großen Händen. Von Extras wie einem Gewichtssystem oder Sondertasten wie einem Sniper-Knopf in der Daumenablage (Corsair M65) abgesehen, fällt die Ausstattung der Rechtshändermaus etwas besser als gut aus (Wertung: 1,85). Sieben Tasten können frei programmiert und per iCUE-Software beispielsweise mit Makros belegt werden, die sogar aus einer Kombination aus Tastenbefehlen und Mausklicks bestehen dürfen. Das Einstellen der drei mit dem zweiten Knopf hinter dem Mausrad schaltbaren Dpi-Stufen erfolgt ebenfalls per Software. Letzteres gilt auch für die Beleuchtung des Hecklogos und des Mausrads, für die iCUE 11 Effekte sowie einen individuellen Modus bereithält. Für Makros, alle Beleuchtungseinstellungen und die drei per Taste hinter dem Mausrad aufrufbaren Profile steht ein interner Speicher bereit. Dort abgelegte Einstellungen lassen auch an einem PC ohne Corsairs vorbildlich umfangreiche Software abrufen. Da die Ergonomie nur für den Palm Grip bei großen Händen optimal ist, empfehlen wir die dank gummierter Fingermulden besonders griffige Ironclaw nur Spielern, die diese Griffart bevorzugen. Die Primärtaster kommen von Omron (Omron D2FC-F-K) und verfügen über einen sehr leichtgängigen, aber trotzdem knackigen Druckpunkt. Der Pixart-PMW-3391-Sensor, der insgesamt mit der Note 1,47 bewerteten Corsair Ironclaw, tastet auch mit maximalen 18.000 Dpi noch absolut präzise und verzögerungsfrei ab. Leider liegt die Hubhöhe bei nicht reduzierbaren 2,5 mm.

Sharkoon Drakonia 2: Zweite Drakonia-Version mit neuer Abtastoptik und vielen Extras. Sharkoons neue Drakonia 2 macht nicht nur optisch mit ihrer Oberschale mit Drachenschuppentextur auf sich aufmerksam, sie verfügt auch über eine gut bis sehr gute Ausstattung (Wertung: 1,43). Dazu gehören die sechsstufige Dpi-Umschaltung, der 16 kb große Speicher sowie 11 frei, mit Makros oder der Profilwechselfunktion, programmierbare Tasten. Für die Tastenbelegung, das Einstellen der Dpi-Stufen (X- und Y-Achse getrennt) und der Polling-Rate, das Auswählen eines der vier Lichteffekte oder das Deaktivieren der RGB-Beleuchtung (Hecklogo und Mausrad) steht eine Software bereit. Die lässt sich einfach bedienen und auch ihr Umfang geht in Ordnung. Die Möglichkeit, das Angle-Snapping zu aktivieren, die Hubhöhe zu verändern oder die Abtastung des neuen Pixart PMW 3360 auf Untergründe zu kalibrieren, fehlt allerdings. Dafür spendiert Sharkoon auch der Drakonia 2 ein Gewichtsystem (5 × 5,6 g) und legt eine Transporttasche sowie einen zusätzlichen Satz Mausgleiter in die Verpackung. Die Ergonomie der Drakonia 2 ist besser als gut, aber nicht perfekt, denn Spieler bei beiden Griffstilen haben Probleme, einige Seitentasten und den viel zu weit hinter dem Scrollrad platzierten F-Knopf zu erreichen. Dafür stimmt die Abtastung, die auch bei 15.000 Dpi präzise, verzögerungsfrei und mit einer niedrigen Hubhöhe von 1,5 mm ausgeführt wird.

Razer Mamba Elite: Optimal abtastender, ergonomischer RGB-Lichtspieler. Eine per Synapse-Software festlegbare RGB-Beleuchtung für das Hecklogo, das gummierte Vier-Wege-Scrollrad und die Seitenpartie besaßen schon die Vorgängermodelle Mamba 2015 und Mamba Tournament Edition. Bei der neuen Mamba Elite kommt nun ein Leuchtstreifen mit 20 LEDs respektive 20 Lichtzonen pro Seitenteil zum Einsatz, die sich individuell mit dem Chroma-Studio in der Synapse-3-Software anpassen lassen. Neben dem benutzerdefinierten Modus stehen acht Effekte bereit, die Zuordnung und Erstellung der Lichtspielereien fällt so leicht wie die Makroprogrammierung oder Profilverwaltung. Um zwischen den fünf in der Mamba oder der Synapse-3-Cloud speicherbaren Profilen zu wechseln, betätigt man einen Knopf am Boden der mit zwei Dpi-Umschaltern und zwei Seitentasten ausgestatteten Rechtshändermaus. Anders als bei den Vorgängern kommen bei der Elite erstmalig Omron-Switches für alle Maustasten zum Einsatz. Sie verfügen über einen direkten, knackigen und sehr guten Druckpunkt. Die überarbeiteten Seitengriffe erhöhen nicht nur den Grip der Maus, sondern verbessern auch ihre Ergonomie spürbar. Der 5G-Sensor des Handschmeichlers ist zwar nicht neu, doch er punktet mit einer äußerst präzisen und latenzfreien Abtastung auch bei 16.000 Dpi sowie einer geringen Lift-off-Distanz von ca. 1 mm.

Roccat spendiert der Huntsman Elite neue, optomechanische Tastenschalter. Weitere Neuerungen sind das Underglow-Licht, die Multimediaknöpfe und das Multifunktionsrad.

Der von TTC produzierte Titan-Taster mit flachen Tastenkappen ist taktil (haptisch), löst nach 1,8 mm aus und hat einen Hubweg von 3,6 mm (Aktivierungsdruck: 55 cN [g]).

Roccat Vulcan AIMO: Roccats neues Tastaturflaggschiff mit Designeroptik. Mit dem flachen Gehäuse sowie den frei stehenden Titan-Tastenschaltern mit ihren speziellen, sich nach vorne in der Höhe verjüngenden Tastenkappen wirkt die Vulcan 120 wie ein Designer-Keyboard. Die Ausstattungsliste zeigt jedoch, dass Roccat die Tastatur für Spieler konzipiert hat. Im Mittelblock stehen sechs per Fn-Umschalter nutzbare Makrotasten bereit, der Wechsel zwischen den Spielerprofilen erfolgt ebenfalls per Fn + F1 bis F4. Jedem der fünf speicherbaren Profile kann einer der acht vorgefertigten oder ein individuell erstellter Beleuchtungseffekt zugeordnet werden. Beides lässt sich mit der umfangreichen Swarm-Software genauso einfach bewerkstelligen wie die Makroprogrammierung (Tasten M1 bis M6 funktionieren nur im Game-Modus!). Weitere nützliche Extras sind das Drehrad zur Regulierung der Lautstärke oder Helligkeit, die als Doppelbelegung auf die Tasten F5 bis F12 verteilten Multimedia- und Office-Funktionen (z. B. Taschenrechner, Mail), die Easy-Shift-Tastenverdopplung und der NKRO. Die magnetisch andockende Handballenablage garantiert eine sehr gute Ergonomie, Vielschreibern gefällt der großzügige Platz zwischen den Tastenblöcken und -kappen. Hat man sich an die speziellen Key Caps gewöhnt, entpuppt sich der Titan-Taster als sehr guter Schalter für Schreibarbeiten und lange Spielesessions ohne Ermüdungserscheinungen.

Razer Huntsman Elite: Empfehlenswert dank neuer Schalter, Gamer-Ausstattung und Top-Ergonomie. Razer spendiert seinem neuen Tastaturflaggschiff eine RGB-Tastenbeleuchtung sowie eine als „Underglow" bezeichnete Leuchtleiste rund um das Chassis und die Handballenablage, die aus 38 respektive 21 LEDs besteht. Letztere lassen sich jedoch genauso wie die Lichtspender in Razers neuen optomechanischen Tastern nur per Software ansteuern. Der Nachfolger der Black Widow Chroma V2, dessen Gehäuseoberseite mit Alu verschönert ist, verfügt, von der Helligkeitsreglung per Fn + F11/12 abgesehen, über keine Beleuchtungseinstellungen per Taste. Dafür liefert Razer dem Spieler mit der Synapse-3-Software und dem dort enthaltenen Chroma Studio ein nützliches Werkzeug zum Festlegen der Beleuchtung. Acht Effekte, die sich einfach aufrufen und modifizieren lassen, stehen bereit. Zusätzlich kann jede einzelne Taste mit wenigen Mausklicks farbig beleuchtet werden. Auch das Erstellen und Zuordnen von Makros auf die nicht doppelt belegten Tasten F1 bis F8 verläuft problemlos, alternativ gibt es eine Direktaufzeichnungsfunktion per Fn + F9. Ein Novum bei der Huntsman Elite ist der interne Speicher. Sobald die fünf Profile inklusive der erstellten Makros mithilfe der Software gespeichert sind, lassen sie sich per Tastenkombination auswählen. Zur weiteren gamergerechten Ausstattung gehören drei separate Multimediaknöpfe, ein Multifunktionsrad mit Schalter (Voreinstellung: Lautstärke), der 10-Key-Rollover sowie eine Polling-Rate von 1.000 Hz. Während die absolut rutschfeste Huntsman Elite bei der Ausstattungswertung nur im Mittelfeld liegt, punktet sie mit einer optimalen Ergonomie, für die die zweistufige Höhenverstellung, vor allem aber ihre neun Zentimeter breite, dank Polsterung sehr bequeme Handballenablage verantwortlich ist. Dazu kommen klar abgesetzte Tastenblöcke, das beugt Fehlgriffen vor. An Razers optomechanische Tastenschalter, die spürbar direkter als die mechanische Cherry- oder Kailh-Konkurrenz auslösen, gewöhnt man sich schnell und kann sie beim Spielen für besonders flotte Bewegungen sowie beim Schreiben für sehr schnelles Tippen mit minimalem Kraftaufwand nutzen.

Sharkoon Skiller SGK4: Günstig und für das Spielen am PC bestens gerüstet. Die Ausstattung der neuesten Skiller-Version lässt beim PC-Spieler kaum Wünsche offen. Die Skiller SGK 4 verfügt zwar nur über eine RGB-Tastenhintergrundbeleuchtung mit sechs Zonen. Trotzdem stehen neben der einfarbigen Vollbeleuchtung fünf Effekte (Welle, Farbwechsel, RGB-Zyklus pulsierend, Farb-Marquee, pulsierende Profile) parat. Vier dieser Effekte lassen sich mit den oberhalb der F-Tastenreihen platzierten Knöpfen L1 bis L4 aufrufen. Die Frequenz und die Intensität der Effekte werden entweder per Knopfdruck oder in den Beleuchtungseinstellungen der Software geregelt. Die umfangreiche Software, in deren erweiterten Einstellungen die Polling-Rate und Tastenrekationszeit modifiziert und die Windows-Taste ausgeschaltet werden kann, kommt auch bei der einfachen Makroprogrammierung und Profilverwaltung ins Spiel. Hier lassen sich auch die Profile den Tasten P1 bis P4 zuordnen. Zu den weiteren Extras für den Gamer gehören der NKRO, die 1.000-Hz-Polling-Rate, die Möglichkeit, die WASD- mit den Cursortasten per Tastenkombi zu vertauschen, sowie 12 mit Multimedia- und Office-Funktionen belegte F-Tasten. Dazu kommen Gummidomtaster, die sich mit ihrem sehr gut spürbaren Auslösepunkt, dem definierten Anschlag und dem harten Druckpunkt durchaus auch für Schreibarbeiten mit der Tastatur eignen. *(fs)*

Bild: Pixabay

Display-Durchblick

WQHD und 144 Hz ist aktuell noch immer der Sweet Spot aus Stand- und Bewegtbildqualität beim Gaming-Monitor. Wir schielen im Test aber auch nach unten zu Full HD und nach oben zu Ultra HD.

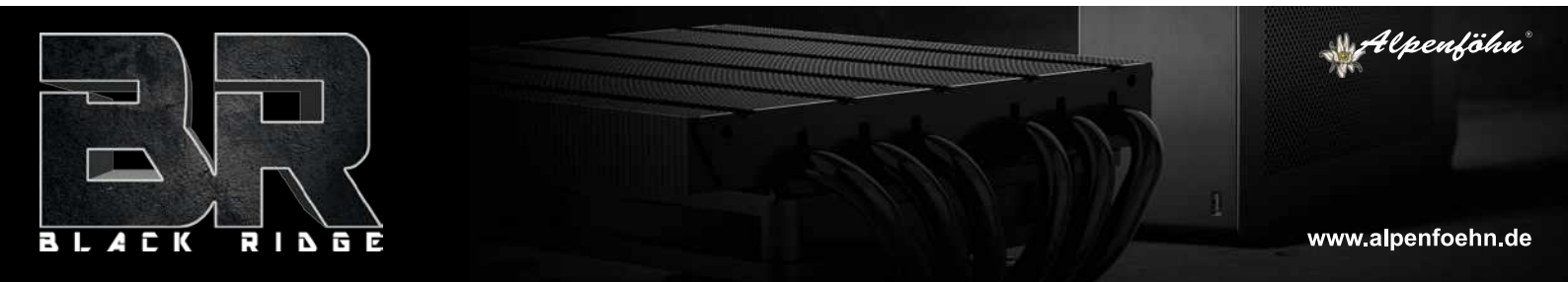
Wer sich zum Rechner einen neuen Bildschirm anschaffen möchte, sieht oft den Monitor vor lauter Pixel nicht. Denn wie soll ein potenzieller Monitorkäufer auch bei der Fülle an Auflösungen, Größen, Formaten, Panel-Techniken und sonstigen Ausstattungsmerkmalen durchblicken?

Wie bei nahezu allen PC-Komponenten gibt es auch unter Monitoren ausgewiesene Gaming-Modelle. Gleich vorneweg: Das heißt nicht, dass diese für jeden PC-Gamer geeignet sind oder dass es andere Monitore nicht sind. Je nach Spielegenre unterscheiden sich auch die Ansprüche an das Display. Wer etwa schnelle Multiplayer-Shooter zockt, benötigt einen Monitor mit möglichst geringer Verzögerung zwischen Maus- und Cursorbewegung, also dem sogenannten Input Lag. Technisch bedingt braucht ein Monitor einige Millisekunden, bis das Bild von der Grafikkarte auch an der Mattscheibe angezeigt wird.

Der Hersteller gibt im Datenblatt des Monitors lediglich die sogenannte Reaktionszeit an. Das ist die Dauer, die ein Pixel für einen Farbwechsel benötigt. Und weil sich geringe Werte in Datenblättern schöner machen, lesen wir hier nur etwa 1 bis 5 ms. Vorsicht! Das ist nur die minimale Reaktionszeit bei einem Wechsel von Hellgrau nach Dunkelgrau. In diesem Fall müssen sich die Flüssigkristalle nur wenig drehen. Andere Farbwechsel haben andere, teils weitaus höhere Reaktionszeiten. Diese Datenblattangabe ist daher nur ein grobes Indiz für die Reaktionszeit des Monitors, die immer nur ein Teil des gesamten Input Lags ist. Außerdem nützt die beste Reaktionszeit nichts, wenn ein Monitor mit einer standardmäßigen Bildwiederholrate von 60 Hz nur alle 16 ms ein anderes Bild liefert. Bei 144 Hz schaut er alle 7 ms nach, ob die Grafikkarte ein neues Bild berechnet hat. Die Bildfrequenz sollte schon gut dreistellig sein, wenn der Monitor für schnelle Shooter angeschafft wird.

IPS ist nicht immer besser

TN-Panels sind nicht nur die günstigsten Displays, sondern auch nach wie vor die mit der geringsten Reaktionszeit. Deswegen ist

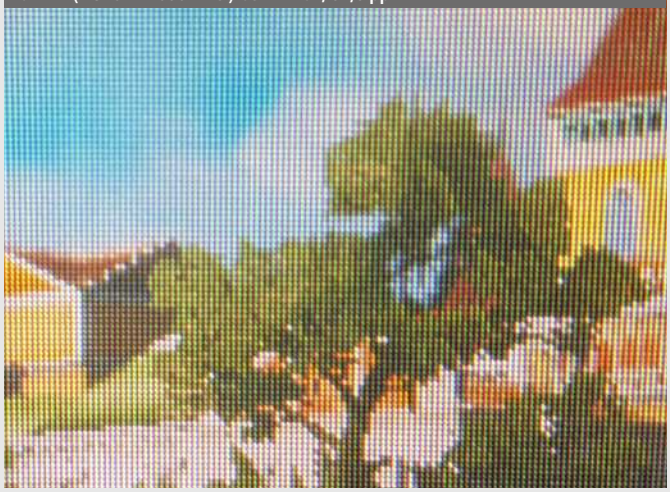


Pixeldichte im Vergleich – mehr ist sichtbar besser

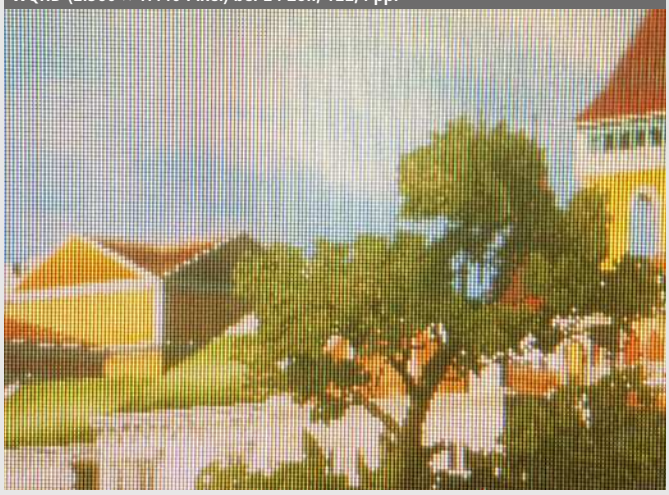
Je höher die Auflösung und je kleiner die Bildschirmdiagonale, desto mehr Pixel auf der Fläche. Die Pixeldichte wird oft in Pixel pro Zoll, kurz ppi (engl. pixels per inch) angegeben. Bei den unten gezeigten Bildern handelt es sich um Makrofotos – sie wurden also vom Display abfotografiert.

Full HD (1.920 × 1.080 Pixel) bei 24 Zoll, 91,8 ppi

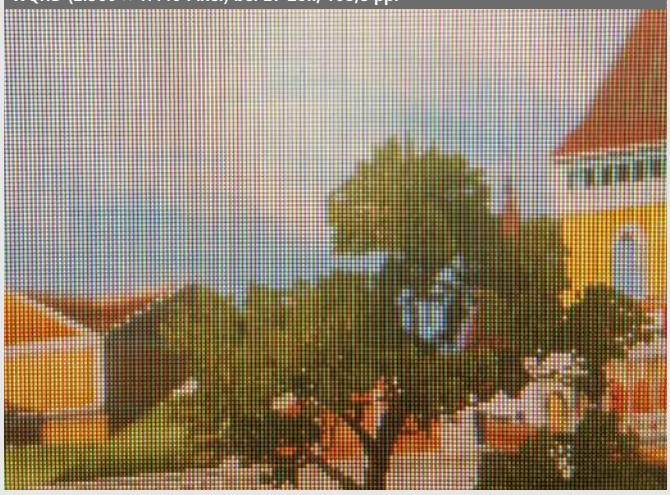
Full HD (1.920 × 1.080 Pixel) bei 27 Zoll, 81,6 ppi



WQHD (2.560 × 1.440 Pixel) bei 24 Zoll, 122,4 ppi



WQHD (2.560 × 1.440 Pixel) bei 27 Zoll, 108,8 ppi



UHD (3.840 × 2.160 Pixel) bei 27 Zoll, 163,2 ppi

UHD (3.840 × 2.160 Pixel) bei 32 Zoll, 137,6 ppi

Samsung C24FG73: Der beste Gaming-Monitor unter 300 Euro

Der Samsung-Monitor ist seit vielen Monaten unangefochtener Preis-Leistungs-König unter den Full-HD-Monitoren. Keiner bietet mehr für das wenige Geld. Er hat ein kontraststarkes VA-Panel mit einer Farbtiefe von nativen 8 Bit samt Quantum-Dot-Schicht. Die Bildqualität ist damit in dieser Preislage unübertroffen – noch immer wartet die Konkurrenz hier mit nur 6 Bit auf. Damit ist er nach wie vor unsere Nummer-eins-Empfehlung als Allrounder für ein günstiges Gaming-System. Natürlich gibt es noch andere gute Full-HD-Monitore, etwa solche mit Diagonale über 27 Zoll oder mit 240 Hz.

TN nicht nur in Billigmodellen zu finden, sondern auch in hochfrequenten Gaming-Modellen. Die aktuell maximal möglichen 240 Hz gibt es etwa nur bei einem TN-Panel in Full-HD-Auflösung. Für reaktionsschnelles TN müssen außerdem Kompromisse in der Bildqualität eingegangen werden. Technisch bedingt leiden sie unter einer geringen Blickwinkelstabilität, verfügen bestenfalls über einen mittelmäßigen Kontrast und weisen eine geringe Farbraumabdeckung auf.

IPS- und VA-Displays sind in Sachen Bildqualität klar im Vorteil. Bei IPS gibt es kaum Verfälschungen, sodass die Panel-Technik schon oft auf den ersten (schrägen) Blick erkennbar ist. So schön die Farben auch dargestellt werden, die Reaktionszeiten sind bei IPS und VA stets höher. Dafür liefern die Displays auch ein besseres (Stand-) Bild. Denn in Bewegungen neigen sie wegen der langsameren Flüssigkristalle stärker zu Schlieren. Einen Kompromiss bietet hier die Overdrive-Funktion, über die fast jeder Monitor mittlerweile verfügt. Dadurch wird eine höhere Spannung an die Kristalle angelegt, damit sie sich zum Bildwechsel schneller drehen. Im Display-Menü oft schlicht als „Reaktionszeit" bezeichnet, ist diese je nach Modell mehrstufig einstellbar. In der höchsten Stufe kann es aber wieder zu Bildverfälschungen kommen, sodass ein mittleres Overdrive-Niveau oft der beste Kompromiss ist. Die beste Alternative für die meisten Gamer dürfte ein Kompromiss aus Bildqualität und Reaktionszeit sein. Wer Online-Shooter nicht unbedingt auf Wettkampfniveau, mehr Single-Player oder genügsame Strategiespiele zockt, kann ruhig zum „schöneren" statt zum schnellen Monitor greifen. Die multidimensi-

Full-HD-Monitore

Auszug aus Testtabelle mit 30 Wertungskriterien

	24,5 Zoll	27 Zoll	23,5 Zoll	24 Zoll
Produktname	**Alienware AW2518HF**	**Optix MAG271CR**	**C24FG73**	**C24G1**
Hersteller	Dell	MSI	Samsung	AOC
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 360,-/befriedigend	Ca. € 300,-/befriedigend	Ca. € 250,-/gut	Ca. € 200,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1675366	www.pcgh.de/preis/1915709	www.pcgh.de/preis/1621926	www.pcgh.de/preis/1847097
Ausstattung (20 %)	**1,77**	**2,05**	**1,93**	**1,75**
Anschlüsse	1x HDMI 1.4, 1x Displayport 1.2, 4x USB 3.0, 1x Audio-Klinkenbuchse	2× HDMI 1.4, 1× DisplayPort 1.2, 2× USB 3.0	2× HDMI 1.4, 1× DisplayPort 1.2, 1× Line-Out	1× VGA, 2× HDMI 1.4, 1× DisplayPort 1.2, –
Max. Auflösung/Pixeldichte	1920 x 1080/89,9 ppi	1.920 × 1.080/81,6 ppi	1.920 × 1.080/93,7 ppi	1.920 × 1.080/0 ppi
Panel-Typ/Diagonale	TN/62,2 cm	VA/68,6 cm	VA/59,7 cm	VA/61 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Intern/100 x 100 (belegt)	Intern/100 x 100 (belegt)	Extern/75 × 75 (via Adapter, inkludiert)	Intern/100 x 100 (frei)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	3,5 kg (ohne Standfuß)/56 x 42 x 27 cm	6,4 kg/61 cm × 56 cm × 27 cm	4,4 kg kg/55 cm × 33 cm × 71 cm	4,5 kg/52 cm × 54 cm × 25 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Ja/-5°,15°/13 cm	Nein/+20°/-5°/12 cm	Ja/+20°,-5°/13 cm	-/+21.5°/-5° /13 cm
Garantie	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre
Sonstiges/Zubehör	ULMB, Schwarzstabilisierung, Stereo-Lautsprecher, LED-Beleuchtung	RGB-Beleuchtung hinten	Quantum-Dot-Display	Mechanische Tasten
Eigenschaften (20 %)	**1,95**	**2,09**	**2,06**	**2,24**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	178/178 Grad
Bildwiederholrate/VRR	30-240 Hz/Freesync	48 (LFC)-144 Hz/Freesync	70-144 Hz/Freesync	48 (LFC)-144 Hz/Freesync
Farbtiefe/Farben	6 Bit+FRC/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	6 Bit+FRC/16,7 Mio. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	0:1/0 cd/m²	3648:1/0,1 cd/m²	2621:1/0,1 cd/m²	3834:1/0,2 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	27,4 Watt/0,3 Watt	35 Watt/0,1 Watt	34 Watt/0,2 Watt	18 Watt/0,1 Watt
Leistung (60 %)	**1,24**	**1,55**	**1,63**	**1,92**
Input Lag (Full HD, 60 Hz)	16,0 ms	12,4 ms	23,6 ms	11,4 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	2,4	3,9	3,9	2,2
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	2,3 ms (0-0 ms)	7,7 ms (3,2-24,7 ms)	7,9 ms (3,5-23,6 ms)	9,2 ms (4,5-14,7 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	Bis 12 %	288,2 cd/m², bis 9 %	346,1 cd/m², bis 11 %	251,7 cd/m², bis 13 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Wenig/keine	Wenig/sichtbar	Wenig/keine	Sichtbar/wenig
FAZIT	⊕ Nahezu schlierenfrei ⊖ Teuer wegen G-Sync	⊕ Hervorragender Kontrast ⊖ Sichtbares Ghosting	⊕ Guter VA-Kontrast ⊖ Relativ hoher Input Lag	⊕ Guter VA-Kontrast ⊖ Lahmes OSD
	Wertung: **1,48**	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,78**	Wertung: **1,95**

onalen Möglichkeiten der Monitor-Merkmale machen eine einfache Kaufberatung eigentlich unmöglich. Zu vielfältig sind Ansprüche oder Geschmäcker. Mit dem folgenden Schema möchten wir Ihnen dennoch eine grobe Orientierung im Display-Dschungel geben. Dazu haben wir die Ansprüche an einen Monitor in drei groben Merkmalen zusammengefasst: schön, schnell und günstig. Wählen Sie zwei der drei Eigenschaften. Für die Modellpraxis bedeutet das: Monitor und Rechenleistung müssen zusammenpassen. So ergibt es keinen Sinn, einen Monitor mit hoher Auflösung zu kaufen, wenn die Grafikkarte in dieser Pixelmenge keine flüssige Bildrate stemmen kann. In der Praxis erleben wir aber öfter den umgekehrten Fall: Während die Grafikkarte 800 Euro gekostet hat, darf der Monitor oft nicht mehr als die Hälfte kosten. Das unterfordert die Grafikkarte hoffnungslos und ihr Potenzial wird geradezu kastriert – das ist so, als würde man sich einen Ferrari kaufen, nur um ihn dann in der 30er-Zone zu fahren.

Otto Normalgamer kauft heutzutage einen WQHD-Monitor mit 144 Hz, was noch immer den besten Kompromiss aus Bewegt- und Standbildqualität darstellt. Der genügsame oder preisbewusste Budget-Gamer spielt in Full-HD-Auflösung. Jeder andere Monitor, der nicht in diese beiden Kategorien passt, ist eher ein Nischengerät im PC-Gaming. Dazu zählt auch die 4K/UHD-Auflösung, die sich unter den Fernsehern schon längst etabliert hat, wegen schwächelnder GPU-Leistung aber erst in diesem Jahr so richtig massentauglich werden könnte. UHD-Monitore sind weniger unter den Gaming-Modellen zu finden, auch wenn so manch einer auf die höhere Auflösung schwört. Sie kommt vielmehr

Acer Predator Z1 Z271U: TN-Panel mit trotzdem guter Farbqualität

Acer nutzt in seinem Predator Z1 Z271U ein schnelles TN-Panel, das trotzdem in der Farbqualität wenig Abstriche macht, daher auch der für TN relativ hohe Preis. auch hier gibt es auf mittlerer Overdrive-Stufe so gut wie keine Schlieren, also eine beeindruckende Bewegtbildqualität. Damit eignet er sich für schnelle Multiplayer-Shooter oder all jene, die sich an Schlieren stören. Lediglich die matte Beschichtung des Panels ist nicht ganz optimal, manche Nutzer berichten von einem leichten Kräuseln, das aber nur in hellen, homogenen Flächen auffällt.

WQHD-Monitore

Auszug aus Testtabelle mit 30 Wertungskriterien

	27 Zoll	27 Zoll	31,5 Zoll	31,5 Zoll
Produktname	**Predator Z1 Z271U**	**C27HG70**	**32GK850F**	**Agon AG322QC4**
Hersteller	Acer	Samsung	LG	AOC
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 690,-/Ausreichend	Ca. € 520,-/befriedigend	Ca. € 580,-/Befriedigend	Ca. € 500,-/Befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1807889	www.pcgh.de/preis/1620984	www.pcgh.de/preis/1796089	www.pcgh.de/preis/1806560
Ausstattung (20 %)	**1,83**	**1,68**	**1,68**	**1,56**
Anschlüsse	1x HDMI 2.0, 1x Displayport 1.2, 4× USB 3.0	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 2x USB 3.0	2× HDMI 2.0, 1× DisplayPort 1.2, 2× USB 3.0	1× VGA, 1× HDMI 1.4, 1× HDMI 2.0, 2× Displayport 1.2, 2× USB 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	2.560 × 1.440/108,8 ppi	2.560 × 1.440/108,8 ppi	2.560 × 1.440/93,2 ppi	2.560 × 1.440/93,2 ppi
Panel-Typ/Diagonale	TN/68,6 cm	VA/68,6 cm	VA/80 cm	MVA/80 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Extern/100 x 100 (belegt)	Intern/100 x 100 (via Adapter)	Extern/100 x 100 (belegt)	Extern/100 x 100 (belegt)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	8,5 kg kg/62 cm × 52 cm × 27 cm	9,6 kg/116 cm × 72 cm × 42 cm	8,3 kg/71 cm × 61 cm × 27 cm	6,7 kg/71 cm × 64 cm × 28 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/+25°/-5°/11 cm	Ja/-5°,15°/15 cm	Ja/+20°/-5°/11 cm	Nein/+29°/-5°/11 cm
Garantie	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre
Sonstiges/Zubehör	ULMB, 2× 7-Watt-Lautsprecher	8 Zonen FALD, Display HDR 600 (Freesync 2 HDR)	DisplayHDR 400, Low Motion Blur	LEDs am unteren Rand, Display-HDR 400
Eigenschaften (20 %)	**1,96**	**2,16**	**2,06**	**2,21**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad
Bildwiederholrate/VRR	35-165 Hz/G-Sync	48-144 Hz/Freesync	40 (LFC)-144 Hz/Freesync 2 HDR	48 (LFC)-144 Hz/Freesync 2 HDR
Farbtiefe/Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	843:1/0,5 cd/m²	2606:1/0,1 cd/m²	2207:1/0,2 cd/m²	2309:1/0,1 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	37,4 Watt/0,4 Watt	76,2 Watt/0,5 Watt	46,1 Watt/0,2 Watt	62,3 Watt/0,3 Watt
Leistung (60 %)	**1,40**	**1,65**	**1,47**	**1,51**
Input Lag (Full HD, 60 Hz)	14,3 ms	10,8 ms	14,6 ms	10,8 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	3	2,6	1,2	1,8
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	2,6 ms (0,5-4,2 ms)	9 ms (3,4-22,4 ms)	6,9 ms (3,5-30,3 ms)	8,5 ms (3,5-24,4 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	414,8 cd/m², bis 7 %	372,8 cd/m², bis 5 %	397,3 cd/m², bis 11 %	330,3 cd/m², bis 10 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Keine/keine	Sichtbar/keine	Wenig/wenig	Wenig/wenig
FAZIT	⊕ Nahezu schlierenfrei ⊖ Relativ teuer	⊕ Hervorragende Bildqualität ⊖ Hohe Reaktionszeiten	⊕ Guter Kontrast & Farbtreue ⊖ Schlieren in dunklen Farben	⊕ Guter Kontrast & Farbtreue ⊖ Sichtbare Schlieren
	Wertung: **1,60**	Wertung: **1,76**	Wertung: **1,63**	Wertung: **1,66**

LG 34GK950F-B: G-Sync-kompatible Ultrawide-Oberklasse

Der neue LG 34GK950F-B mit aktuellem Nano-IPS-Panel als Gaming-Monitor: Er bietet in 1440p-Auflösung die 144 Hz und funktioniert in der vollen Frequenzspanne bis 1 Hz hinab mit AMD- und Nvidia-GPUs. Er unterstützt daher sowohl Freesync als auch G-Sync. Trotz des schwachen 400er-HDRs, das kaum einen Mehrwert bietet, hat der Monitor zurzeit das stimmigste Gesamtpaket in dieser Kategorie. Der etwas ältere Alienware AW3418DW ist zwar etwas günstiger, nahezu genauso gut, unterstützt aber nur G-Sync bis 120 Hz. Ein kleiner Wermutstropfen beim LG ist der etwas hohe Input Lag.

dann zum Einsatz, wenn der PC am Fernseher hängt. Aber auch dort sind 60 Hz das höchste der Gefühle. Nun sind zwar im Herbst die ersten Nonplusultra-Monitore mit 4K/UHD und 144 Hz erschienen, mit über 2.000 Euro ist das Preis-Leistungs-Verhältnis aber noch unterirdisch. Man bekommt dafür zwar das aktuell Beste geboten, egal ob Auflösung, Bildfrequenz oder HDR-Darstellung, das dürfte für die meisten Gamer aber trotzdem nicht den circa vierfachen Preis eines normalen Monitors wert sein. Dieses Jahr wird es noch weitere Modelle mit 4K und 144 Hz geben, die mit dreistelligen Preisen so langsam bezahlbar werden. Der Acer Nitro XV3 etwa ist einer davon.

G-Sync Compatible: Die Hölle ist zugefroren

Grundsätzlich lässt sich G-Sync mit aktuellem Treiber nun an jedem Freesync-Monitor aktivieren. Aber nur bei zwölf davon garantiert Nvidia, dass G-Sync auch fehlerfrei funktioniert. Warum Nvidia den proprietären Elfenbeinturm nun überhaupt verlässt? Darüber kann nur spekuliert werden. Jedenfalls liefert Nvidia damit einen Grund weniger, wegen eines Freesync-Monitors zur AMD-Grafikkarte zu greifen. Das heißt aber auch im Umkehrschluss, dass Sie mit einem Freesync-Monitor flexibler sind als mit einem nativen G-Sync-Monitor. Sie müssen sich nicht mehr mit dem Monitor an eine der beiden GPU-Religionen binden.

Nicht jeder Freesync-Monitor kann tadellos G-Sync wiedergeben. Die Voraussetzungen dafür sind eine Pascal-GPU oder älter, eine Displayport-Verbindung sowie ein aktuelles Windows 10 mit Nvidia-Treiber ab Version 417.71. Eine alte GTX 9X0-GPU, Windows 7 oder HDMI wird also nicht funktonieren. Abge-

Ultrawide-Monitore

Auszug aus Testtabelle mit 30 Wertungskriterien

	34 Zoll	34 Zoll	34 Zoll	37,5 Zoll
Produktname	**Alienware AW3418DW**	**34GK950F-B**	**C34H890**	**38WK95C-W**
Hersteller	Dell	LG	Samsung	LG
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 990,-/ausreichend	Ca. € 1.110,-/ausreichend	Ca. € 565,-/befriedigend	Ca. € 1.090,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1718262	www.pcgh.de/preis/1833861	www.pcgh.de/preis/1655008	www.pcgh.de/preis/1764387
Ausstattung (20 %)	**1,479**	**1,799**	**1,399**	**1,82**
Anschlüsse	1× HDMI 1.4, 1× DisplayPort 1.2, 4× USB 3.0, 1× Kopfhörerausgang	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.4, 2x USB 3.0	1x HDMI 1.4, 1x DisplayPort 1.2, 1x USB-C, 3× USB-A 3.0	2× HDMI 2.0, 1× DisplayPort 1.2, 1× USB-C mit DisplayPort (shared), 2x USB 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.440 × 1.440/110,1 ppi	3.440 × 1.440/110,1 ppi	3.440 × 1.440/110,1 ppi	3.840 × 1.600/110,9 ppi
Panel-Typ/Diagonale	AH-IPS/86,4 cm	AH-IPS/86,4 cm	SVA/86,4 cm	AH-IPS/95,3 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Intern/100 x 100 (belegt)	Extern/100 x 100 (belegt)	Intern/100 x 100 (belegt)	Extern/100 x 100 (belegt)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	11,9 kg/82 cm × 45 cm × 32 cm	7,9 kg/82 cm × 58 cm × 11 cm	7,9 kg kg/82 cm × 54 cm × 12 cm	9,3 kg/90 cm × 47 cm × 23 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/-5°,25°/13 cm	Nein/-5°,15°/11 cm	Nein/-5°,24°/13,5 cm	Nein/-5°,15°/10 cm
Garantie	3 Jahre (Vor-Ort-Austausch)	2 Jahre	3 Jahre (Vor-Ort-Austausch)	2 Jahre
Sonstiges/Zubehör	RGB-Beleuchtung an der Rückseite	DisplayHDR 400, Freesync 2 HDR, Kopfhörerhalter	USB PD (45 W)	HDR10, Bluetooth-Lautsprecher kompatibel
Eigenschaften (20 %)	**2,14**	**2,17**	**2,06**	**1,94**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad
Bildwiederholrate/VRR	1-120 Hz/G-Sync	1-144 Hz/Freesync/G-Sync Compatible	1-100 Hz/Freesync/G-Sync Compatible	1-75 Hz/Freesync/G-Sync Compatible
Farbtiefe/Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	979:1/0,3 cd/m²	994:1/0,4 cd/m²	2797:1/0,1 cd/m²	1050:1/0,3 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	64 Watt/0,2 Watt	84 Watt/0,1 Watt	50 Watt/0,2 Watt	57 Watt/0,2 Watt
Leistung (60 %)	**1,66**	**1,66**	**1,96**	**1,93**
Input Lag (Full HD, 60 Hz)	13,5 ms	23,4 ms	10,6 ms	10,6 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	1,5	1,2	3,8	1,5
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	6,1 ms (5,4-7,6 ms)	6,1 ms (5-8,6 ms)	9,3 ms (3,7-26,2 ms)	11,3 ms (8,6-13,6 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	284,1 cd/m², bis 11 %	365 cd/m², bis 8 %	265,8 cd/m², bis 16 %	316,1 cd/m², bis 13 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Wenig/wenig	Wenig/keine	Sichtbar/keine	Sichtbar/wenig
FAZIT	⊕ Hervorragende Farbtreue ⊖ Ghosting bei 120 Hz	⊕ Hervorragende Farbtreue ⊖ Hoher Input Lag	⊕ Guter VA-Kontrast ⊖ Sichtbare Schlieren	⊕ Hohe Ultrawide-Auflösung ⊖ Schwaches HDR
	Wertung: **1,72**	Wertung: **1,79**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,91**

sehen davon lässt sich G-Sync zwar an jedem Freesync-Monitor aktivieren, nicht immer funktioniert es aber fehlerfrei. Nvidia will 400 Freesync-Modelle getestet haben und nur zwölf sollen anstandsfrei funktionieren. Aktuell können wir sagen, dass es weitaus mehr Modelle sind, die anstandslos G-Sync erlauben. Außerdem haben wir auch an offiziell G-Sync-kompatiblen Monitoren einige Macken festgestellt. Der Acer Nitro XV3 etwa weist noch immer leichtes Tearing über 100 Fps auf. Wir sammeln Erfahrungsberichte zu G-Sync Compatible in unserem Forum, wo Sie von uns und von Nutzern getestete Modelle finden. Weder Free- noch G-Sync ist eine Plug-and-Play-Lösung. Sie müssen daher selbst dafür sorgen, dass die Framerate innerhalb der Spanne bleibt. Daher ist es empfehlenswert, idealerweise spielintern das Frame Limit auf zwei Frames unterhalb der Bildfrequenz-Obergrenze zu setzen. Bei 144 Hz wären das also 142 Fps. Die treiberseitigen Frame Limiter, egal ob Nvidia Inspector oder AMDs Frame Rate Target Control (FRTC), sorgen für einen zusätzlichen, Vsync-hohen Input Lag! Das haben sowohl die Kollegen von Blurbusters bei G-Sync als auch Battle(non)sense bei AMD nachgewiesen. Sollte es kein spielinternes Frame Limit geben, empfehlen beide den externen Riva Tuner Statistics Server (RTSS) als Limiter. Dieser sorgt zwar noch immer für etwas Lag, aber weitaus weniger als Vsync oder die treiberseitigen Limiter.

Nach den bislang vorliegenden Erkenntnissen funktioniert G-Sync an vielen qualitativ guten Freesync-Monitoren bereits zufriedenstellend. Prüfen Sie die Framerate und das Bild im Spiel auf Tearing oder andere Bildfehler, wenn Sie G-Sync aktivieren. *(mc)*

Philips 436M6: Gutes und trotzdem bezahlbares HDR (1000)

Der TV-große Philips-Monitor ist der Einzige, der das aktuell bestmögliche Display HDR 1000 zusammen mit 32 Dimming-Zonen zu einem bezahlbaren Preis bietet. Die Nonplusultra-Modelle mit G-Sync Ultimate dimmen zwar feiner mit beeindruckenderer HDR-Qualität, sind aber mit 2.500 Euro für Normalsterbliche unerschwinglich. Der 43-Zöller von Philips möchte sich als TV-Ersatz fürs Konsolen-Gaming präsentieren. Wer sowieso nur noch per Stream schaut, findet hier eine interessante Alternative zum Fernseher, welcher mit derartig gutem HDR auch vierstellig kostet.

UHD-Monitore

Auszug aus Testtabelle mit 30 Wertungskriterien

	27 Zoll	27 Zoll	27 Zoll	42,5 Zoll
Produktname	**Predator X27**	**PG27UQ**	**Nitro XV3 XV273KP**	**Momentum 436M6VBPAB**
Hersteller	Acer	Asus	Acer	Philips
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 2.500,-/mangelhaft	Ca. € 2.600,-/mangelhaft	Ca. € 1.000,-/ausreichend	Ca. € 700,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1615513	www.pcgh.de/preis/1571346	www.pcgh.de/preis/1935862	www.pcgh.de/preis/1809030
Ausstattung (20 %)	**1,83**	**1,635**	**1,965**	**1,83**
Anschlüsse	1x HDMI 2.0, 1x DisplayPort 1.4, 2× USB 3.0	1× HDMI 2.0, 1× DisplayPort 1.4, 2× USB-A 3.0	2× HDMI 2.0, 2× DisplayPort 1.4, 4× USB 3.0	1× HDMI 2.0, 1× DisplayPort 1.2, 1× Mini DisplayP. 1.2, 1× USB-C mit DisplayP. (shared), 2× USB 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.840 × 2.160/163,2 ppi	3.840 × 2.160/163,2 ppi	3.840 × 2.160/147,7 ppi	3.840 × 2.160/103,7 ppi
Panel-Typ/Diagonale	IPS/68,6 cm	IPS/68,6 cm	IPS (Quantum Dot)/68,6 cm	VA (Quantum Dot)/108 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 x 100 (belegt)	Intern/100 × 100 (belegt)	Intern/200 x 200 (frei)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	12,3 kg kg/63 cm × 45 cm × 39 cm	9,2 kg/64 cm × 38 cm × 94 cm	6,6 kg kg/63 cm × 54 cm × 31 cm	14,7 kg/98 cm × 66 cm × 27 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/+25°/-5° /-	Ja/+20°/-5°/12 cm	Nein/+25°/-5°/10 cm	Nein/+10°/-5°/-
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre (Pickup & Return)
Sonstiges/Zubehör	G-Sync Ultimate, DisplayHDR 1000, Lautsprecher (2× 7W), 1× Line-Out	G-Sync Ultimate, DisplayHDR 1000, Local Dimming (384 Zonen), Lichtsensor	DisplayHDR 400Blendschutzhaube, Lichtschutzblende, mechanische Tasten mit Steuerkreuz, Lichtsensor, Sicherheitsschloss	DisplayHDR 1000, 32 Dimming-Zonen, Lautsprecher (2x 7W), 1x Line-In, 1x Line-Out
Eigenschaften (20 %)	**2,08**	**2,15**	**1,76**	**2,28**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	60/90 Grad
Bildwiederholrate/VRR	1-144 Hz/G-Sync Ultimate	1-144 Hz/G-Sync Ultimate	1-144 Hz/Freesync	48-60 Hz/Freesync
Farbtiefe/Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	3472:1/0,3 cd/m²	8018:1/0,1 cd/m²	998:1/0,4 cd/m²	5034:1/0,2 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	198 Watt/0,4 Watt	180 Watt/27,5 Watt	52 Watt/0,2 Watt	240,9 Watt/0,1 Watt
Leistung (60 %)	**1,08**	**1,43**	**1,44**	**1,86**
Input Lag (Full HD, 60 Hz)	22,1 ms	23,4 ms	32,2 ms	12,6 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	0,7	2,3	3,1	4,2
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	5,4 ms (4,6-6,4 ms)	10 ms (4,1-15,9 ms)	7,1 ms (4,6-10,8 ms)	6,1 ms (2,8-9,9 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	1125 cd/m², bis 5 %	1098,5 cd/m², bis 5 %	387,5 cd/m², bis 14 %	755,1 cd/m², bis 24 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Wenig/wenig	Wenig/wenig	Wenig/keine	Sichtbar/sichtbar
FAZIT	⊕ Hervorragende Farbqualität ⊖ Unmenschlich teuer	⊕ Gute HDR-Qualität ⊖ Unmenschlich teuer	⊕ Hohe Pixeldichte ⊖ 144 Hz nur mit zwei Kabeln	⊕ Gute HDR-Qualität ⊖ Sichtbares Ghosting
	Wertung: **1,43**	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,94**

Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 13.03.2019

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

Bewertung auf Basis der aktuellen PCGH-Testmethodik

Nvidia Geforce	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
MSI RTX 2080 Ti Gaming X Trio	€ 1.400,-	11.264 MiB	1.800+/7.000 MHz	15/321/326 Watt	32,7/4,9 cm	2× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,6/1,6 Sone	1,60	01/2019	www.pcgh.de/preis/1870891
Asus RTX 2080 Ti ROG Strix O11G	€ 1.400,-	11.264 MiB	1.740+/7.000 MHz	15/274/277 Watt	30,5/5,0 cm	2× 8-Pol	0,4/1,9/2,0 Sone	1,62	01/2019	www.pcgh.de/preis/1870857
Gigabyte RTX 2080 Ti Gaming OC	€ 1.300,-	11.264 MiB	1.710+/7.000 MHz	13/267/269 Watt	28,7/4,4 cm	2× 8-Pol	0,0/1,8/1,8 Sone	1,64	01/2019	www.pcgh.de/preis/1870884
Nvidia RTX 2080 Ti Founders Edition	€ 1.260,-	11.264 MiB	1.650+/7.000 MHz	15/263/267 Watt	26,8/3,5 cm	2× 8-Pol	0,8/2,4/2,4 Sone	1,69	01/2019	Exklusiv im Nvidia-Webshop
Zotac RTX 2080 Ti AMP	€ 1.250,-	11.264 MiB	1.710+/7.000 MHz	15/272/274 Watt	30,9/4,5 cm	2× 8-Pol	0,8/3,0/3,1 Sone	1,70	01/2019	www.pcgh.de/preis/1870905
Palit RTX 2080 Game Rock Premium	€ 800,-	8.192 MiB	1.875+/7.000 MHz	12/250/257 Watt	29,3/5,3 cm	2× 8-Pol	0,1/1,3/1,4 Sone	1,94	02/2019	www.pcgh.de/preis/1893405
Gainward RTX 2080 Phantom GLH	€ 800,-	8.192 MiB	1.875+/7.000 MHz	12/252/259 Watt	29,3/5,2 cm	2× 8-Pol	0,1/1,6/1,6 Sone	1,94	02/2019	www.pcgh.de/preis/1893531
Asus RTX 2080 ROG Strix O8G	€ 830,-	8.192 MiB	1.890+/7.000 MHz	11/255/262 Watt	30,0/4,9 cm	2× 8-Pol	0,1/2,1/2,2 Sone	1,96	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870864
Gigabyte RTX 2080 Gaming OC	€ 750,-	8.192 MiB	1.815+/7.000 MHz	12/220/227 Watt	28,7/4,4 cm	2× 8-Pol	0,0/1,1/1,1 Sone	1,96	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870888
MSI RTX 2080 Duke 8G OC	€ 790,-	8.192 MiB	1.860+/7.000 MHz	12/257/263 Watt	31,4/3,8 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,8/1,9 Sone	1,97	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870893
Asus RTX 2080 Dual O8G	€ 780,-	8.192 MiB	1.785+/7.000 MHz	11/225/226 Watt	26,8/5,3 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,5/1,6 Sone	1,98	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870868
Zotac RTX 2080 AMP	€ 770,-	8.192 MiB	1.830+/7.000 MHz	12/229/235 Watt	30,9/4,7 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,4/2,2/2,2 Sone	1,99	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870908
Palit RTX 2080 Gaming Pro OC	€ 740,-	8.192 MiB	1.815+/7.000 MHz	11/234/238 Watt	29,4/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,1/2,5/2,5 Sone	2,01	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870899
Nvidia RTX 2080 Founders Edition	€ 850,-	8.192 MiB	1.750+/7.000 MHz	12/224/225 Watt	26,8/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,8/1,9/1,9 Sone	2,03	02/2019	Exklusiv im Nvidia-Webshop
MSI RTX 2070 Gaming Z 8G	€ 580,-	8.192 MiB	1.905+/7.001 MHz	11/232/238 Watt	29,5/4,8 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,1/1,1 Sone	2,13	05/2019	www.pcgh.de/preis/1908078
Asus RTX 2080 Turbo 8G	€ 700,-	8.192 MiB	1.665+/7.000 MHz	11/211/212 Watt	26,8/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,6/3,0/3,0 Sone	2,14	02/2019	www.pcgh.de/preis/1870867
Gigabyte RTX 2070 Gaming OC 8G	€ 560,-	8.192 MiB	1.860+/7.001 MHz	12/223/227 Watt	28,0/3,3 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/2,4/2,4 Sone	2,15	05/2019	www.pcgh.de/preis/1908189
Asus RTX 2070 ROG Strix O8G	€ 580,-	8.192 MiB	1.845+/7.001 MHz	11/216/219 Watt	30,0/4,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,1/2,6/2,6 Sone	2,16	05/2019	www.pcgh.de/preis/1907931
Manli RTX 2070 (Twin Fan)	€ 490,-	8.192 MiB	1.650+/7.001 MHz	11/174/177 Watt	21,2/3,4 cm	1× 8-Pol	0,1/1,5/1,5 Sone	2,20	05/2019	www.pcgh.de/preis/1981284
Zotac RTX 2070 Mini	€ 500,-	8.192 MiB	1.665+/7.001 MHz	13/174/175 Watt	21,4/3,5 cm	1× 8-Pol	0,5/2,3/2,3 Sone	2,23	05/2019	www.pcgh.de/preis/1908300
Asus RTX 2060 ROG Strix O6G	€ 440,-	6.144 MiB	1.935+/7.001 MHz	11/194/197 Watt	30,0/4,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,0/1,1 Sone	2,39	03/2019	www.pcgh.de/preis/1961629
Gigabyte RTX 2060 Gaming OC Pro	€ 410,-	6.144 MiB	1.905+/7.001 MHz	9/189/191 Watt	28,1/3,4 cm	1× 8-Pol	0,0/1,4/1,4 Sone	2,42	03/2019	www.pcgh.de/preis/1963416
EVGA RTX 2060 XC Ultra	€ 420,-	6.144 MiB	1.905+/7.001 MHz	11/191/194 Watt	26,8/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/1,9/2,0 Sone	2,43	03/2019	www.pcgh.de/preis/1963447
MSI RTX 2060 Gaming Z 6G	€ 400,-	6.144 MiB	1.920+/7.001 MHz	11/196/198 Watt	24,7/4,5 cm	1× 8-Pol	0,0/1,6/1,6 Sone	2,44	03/2019	www.pcgh.de/preis/1963336
Nvidia RTX 2060 Founders Edition	€ 370,-	6.144 MiB	1.770+/7.001 MHz	10/161/163 Watt	23,0/3,4 cm	1× 8-Pol	0,4/1,4/1,4 Sone	2,46	03/2019	Exklusiv im Nvidia-Webshop
Zotac RTX 2060 AMP	€ 370,-	6.144 MiB	1.860+/7.001 MHz	11/169/172 Watt	21,5/3,5 cm	1× 8-Pol	0,5/3,1/3,2 Sone	2,46	03/2019	www.pcgh.de/preis/1961792
Gigabyte GTX 1070 Mini ITX OC	€ 430,-	8.192 MiB	1.734+/4.007 MHz	14/153/154 Watt	17,2/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,0/2,0 Sone	2,49	08/2018	www.pcgh.de/preis/1469089
MSI GTX 1060 Gaming X 6G	€ 270,-	6.144 MiB	1.949+/4.007 MHz	8/146/146 Watt	27,7/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/0,7/0,7 Sone	2,68	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478791
Zotac GTX 1060 AMP!	€ 230,-	6.144 MiB	1.848+/4.007 MHz	9/121/123 Watt	21,1/3,4 cm	1× 8-Pol	0,0/1,0/1,0 Sone	2,71	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478147 PC Games Hardware
EVGA GTX 1060 SC Gaming	€ 240,-	6.144 MiB	1.898+/4.007 MHz	6/122/125 Watt	18,2/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/2,5/2,5 Sone	2,79	10/2016	www.pcgh.de/preis/1479077
MSI GTX 1050 Ti Gaming X 4G	€ 190,-	4.096 MiB	1.734+/3.504 MHz	6/75/76 Watt	22,9/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/0,3/0,3 Sone	3,03	01/2017	www.pcgh.de/preis/1524111
EVGA GTX 1050 Ti SC Gaming	€ 175,-	4.096 MiB	1.557+/3.504 MHz	6/56/59 Watt	15,2/3,5 cm	-	0,2/0,4/0,4 Sone	3,07	01/2017	www.pcgh.de/preis/1525248
AMD Radeon	**Circa-Preis**	**Grafik-speicher**	**3D-Taktung (GPU-Boost/RAM eff.)**	**Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)**	**Länge/ (Slot-)Breite**	**Benötigte Stromstecker**	**Lautheit (2D/3D/Ernstfall)**	**Wertung**	**Test in PCGH**	**PCGH-Preisvergleich**
AMD Radeon VII *	€ 750,-	16.384 MiB	1.680+/1.000 MHz	11/303/308 Watt	26,7/3,5 cm	2× 8-Pol	0,1/5,7/5,7 Sone	2,13	04/2019	www.pcgh.de/preis/1975592
AMD RX Vega 64 Liquid (LCE) *	-	8.192 MiB	1.520+/945 MHz	19/355/357 Watt	27,2/3,5 cm	2× 8-Pol	0,3/1,8/1,9 Sone	2,36	12/2017	Nur sporadisch lieferbar
Sapphire RX Vega 64 Nitro+ Ltd. Ed.	-	8.192 MiB	1.460+/945 MHz	18/326/326 Watt	31,0/4,8 cm	3× 8-Pol	0,0/2,8/2,8 Sone	2,37	03/2018	Nicht mehr lieferbar
Asus RX Vega 64 Strix O8G	€ 420,-	8.192 MiB	1.430+/945 MHz	12/318/318 Watt	30,0/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/2,2/2,2 Sone	2,38	03/2018	www.pcgh.de/preis/1664657
Powercolor RX Vega 64 Red Devil	€ 560,-	8.192 MiB	1.430+/945 MHz	14/328/328 Watt	30,3/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/4,8/4,8 Sone	2,42	03/2018	www.pcgh.de/preis/1735120
Asus RX Vega 56 Strix O8G	€ 420,-	8.192 MiB	1.430+/800 MHz	11/311/313 Watt	30,0/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/2,0/2,0 Sone	2,43	03/2018	www.pcgh.de/preis/1742116
Powercolor RX Vega 56 Red Devil	€ 450,-	8.192 MiB	1.480+/800 MHz	15/329/329 Watt	30,3/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/4,6/4,6 Sone	2,49	03/2018	www.pcgh.de/preis/1735174
Powercolor RX Vega 56 Nano Ed.	€ 470,-	8.192 MiB	1.240+/800 MHz	13/219/220 Watt	16,8/3,6 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,5/3,1/3,1 Sone	2,57	08/2018	Nur sporadisch lieferbar
Sapphire RX 590 Nitro+ Special Ed.	€ 250,-	8.192 MiB	1.510+/4.200 MHz	16/229/244 Watt	26,1/3,8 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,6/2,5 Sone	2,72	01/2019	www.pcgh.de/preis/1926421 PC Games Hardware
Powercolor RX 580 Red Devil GS	€ 320,-	8.192 MiB	1.420+/4.000 MHz	13/240/246 Watt	24,2/5,1 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,9/2,5 Sone	2,77	07/2017	www.pcgh.de/preis/1609947
Powercolor RX 590 Red Devil	€ 260,-	8.192 MiB	1.520+/4.000 MHz	13/216/227 Watt	24,2/5,1 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,4/3,9/4,6 Sone	2,80	01/2019	www.pcgh.de/preis/1926503
Asus RX 580 Strix TOP (T8G)	€ 300,-	8.192 MiB	1.405+/4.000 MHz	14/222/226 Watt	30,0/4,5 cm	1× 8-Pol	0,0/3,5/3,5 Sone	2,81	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610032
XFX RX 590 Fatboy	€ 230,-	8.192 MiB	1.550+/4.000 MHz	13/238/243 Watt	26,8/4,4 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/8,3/8,3 Sone	2,83	01/2019	www.pcgh.de/preis/1926985
MSI RX 580 Armor 8G OC	€ 200,-	8.192 MiB	1.320+/4.000 MHz	16/189/195 Watt	26,7/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/3,2/3,2 Sone	2,84	09/2018	www.pcgh.de/preis/1609967
Sapphire RX 570 Nitro+ 8GD5	€ 180,-	8.192 MiB	1.320+/3.500 MHz	15/202/221 Watt	26,0/3,8 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,0/1,7 Sone	2,85	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610158 PC Games Hardware
Asrock RX 580 Phantom Gaming X	€ 220,-	8.192 MiB	1.280+/4.000 MHz	13/191/191 Watt	26,7/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/5,6/5,6 Sone	2,89	09/2018	www.pcgh.de/preis/1839190
Asus RX 580 Dual O4G	€ 195,-	4.096 MiB	1.260+/3.500 MHz	14/181/185 Watt	24,1/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/4,1/4,1 Sone	2,96	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610054
Powercolor RX 570 Red Devil	€ 190,-	4.096 MiB	1.320/3.500 MHz	13/225/260 Watt	30,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,7/5,2 Sone	2,98	07/2017	www.pcgh.de/preis/1609990
Sapphire RX 570 Pulse ITX	€ 150,-	4.096 MiB	1.130+/3.500 MHz	13/144/147 Watt	17,0/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/0,9/1,2 Sone	3,00	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610160

Sapphire: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version getestet * Beliebige Referenzkarte, bis auf die Beigaben sind alle gleich.

Einkaufsführer Prozessoren & RAM

Preise: Stand 13.03.2019

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

Prozessoren (Auswahl getesteter Modelle auf Basis des alten Parcours, neuer Parcours mit * gekennzeichnet)

AMD-Prozessoren	Preis	Leistung**	Stromverbr.***	Kerne	Grafik	Basis-Takt	Prozess	RAM (max.)	Sockel	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
AMD Ryzen TR 2950X*	Ca. € 850,-	76,3 %/87,1 %	46/327/332/336	16c/32t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	TR4	1,63	10/2018	www.pcgh.de/preis/1867615
AMD Ryzen TR 2990WX*	Ca. € 1.740,-	64,1 %/83,1 %	61/312/336/316	32c/64t	-	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	TR4	1,82	10/2018	www.pcgh.de/preis/1840353
AMD Ryzen TR 1950X*	Ca. € 560,-	69,0 %/78,5 %	46/296/287/302	16c/32t	-	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	2,05	10/2017	www.pcgh.de/preis/1664849
AMD Ryzen TR 2970WX*	Ca. € 1.200,-	62,6 %/78,8 %	67/315/356/349	24c/48t	-	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	TR4	2,06	11/2018	www.pcgh.de/preis/1867623
AMD Athlon 200GE*	Ca. € 50,-	35,8 %/12,9 %	14/160/168/174	2c/4t	RX Vega 3	3,2 GHz	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,15	10/2018	www.pcgh.de/preis/1890461
AMD Ryzen TR 1920X*	Ca. € 390,-	70,4 %/68,8 %	57/282/290/288	12c/24t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	2,19	10/2017	www.pcgh.de/preis/1664904
AMD Ryzen TR 1900X	Ca. € 280,-	73,4 %/67,8 %	51/344/289/238	8c/16t	-	3,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	2,24	11/2017	www.pcgh.de/preis/1681714
AMD Ryzen 7 2700X*	Ca. € 310,-	72,6 %/45,3 %	29/222/258/219	8c/16t	-	3,2 GHz + Turbo	12 nm	DDR4-2933	AM4	2,33	06/2018	www.pcgh.de/preis/1937265
AMD Ryzen 7 2700*	Ca. € 260,-	72,6 %/45,3 %	29/222/258/219	8c/16t	-	3,2 GHz + Turbo	12 nm	DDR4-2933	AM4	2,33	07/2018	www.pcgh.de/preis/1937265
AMD Ryzen 7 1800X*	Ca. € 225,-	71,1 %/47,5 %	27/254/277/272	8c/16t	-	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,38	06/2017	www.pcgh.de/preis/1582191
AMD Ryzen 5 2600X*	Ca. € 195,-	73,3 %/41,4 %	26/246/283/267	6c/12t	-	3,6 GHz + Turbo	12 nm	DDR4-2933	AM4	2,41	06/2018	www.pcgh.de/preis/1804460
PC Games Hardware AMD Ryzen 5 2600*	Ca. € 155,-	67,9 %/38,5 %	26/230/212/242	6c/12t	-	3,4 GHz + Turbo	12 nm	DDR4-2933	AM4	2,51	07/2018	www.pcgh.de/preis/1804462
AMD Ryzen 5 1500X	Ca. € 120,-	66,8 %/40,5 %	28/275/244/137	4c/8t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,54	06/2017	www.pcgh.de/preis/1604878
AMD Ryzen 3 2200G	Ca. € 95,-	59,4 %/30,4 %	29/242/223/121	4c/4t	RX Vega 8	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	AM4	2,69	05/2018	www.pcgh.de/preis/1758349
PC Games Hardware AMD Ryzen 5 2400G*	Ca. € 130,-	55,1 %/26,3 %	25/199/226/229	4c/8t	RX Vega 11	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	AM4	2,90	05/2018	www.pcgh.de/preis/1758261
AMD Ryzen TR 2920X*	Ca. € 620,-	75,3 %/73,1 %	50/294/311/318	12c/24t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2933	TR4	3,39	11/2018	www.pcgh.de/preis/1867624
Intel-Prozessoren	**Preis**	**Leistung****	**Stromverbr.*****	**Kerne**	**Grafik**	**Basis-Takt**	**Prozess**	**RAM (max.)**	**Sockel**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Intel Core i9-9980XE	Ca. € 2.040,-	90,6 %/100,0 %	44/298/384/404	18c/36t	-	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,43	01/2019	www.pcgh.de/preis/1910484
Intel Core i9-7960X	Ca. € 1.380,-	92,3 %/99,6 %	34/396/309/254	16c/32t	-	2,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,50	12/2017	www.pcgh.de/preis/1638801
Intel Core i9-7900X	N. verfügbar	91,6 %/86,1 %	31/396/294/231	10c/20t	-	3,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,64	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632795
Intel Core i9-9900K*	Ca. € 520,-	100,0 %/56,6 %	17/297/352/371	8c/16t	UHD 630	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	1,72	12/2018	www.pcgh.de/preis/1870092
Intel Core i7-7740X	Ca. € 330,-	98,1 %/52,5 %	18/315/269/148	4c/8t	-	4,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,85	08/2017	www.pcgh.de/preis/1632798
Intel Core i7-8086K*	Ca. € 495,-	93,3 %/49,4 %	16/275/305/314	6c/12t	UHD 630	4,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	1,93	07/2018	www.pcgh.de/preis/1825802
Intel Core i7-8700K*	Ca. € 400,-	92,6 %/48,7 %	16/279/307/317	6c/12t	UHD 630	3,7 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	1,95	12/2017	www.pcgh.de/preis/1685281
Intel Core i7-9700K*	Ca. € 440,-	93,2 %/43,8 %	16/266/321/356	8c/8t	UHD 630	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,00	12/2018	www.pcgh.de/preis/1870100
Intel Core i7-7800X	Ca. € 320,-	84,2 %/61,1 %	31/345/280/177	6c/12t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	2066	2,04	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632797
PC Games Hardware Intel Core i5-8400	Ca. € 180,-	91,6 %/49,9 %	19/294/255/135	6c/6t	UHD 630	2,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,12	12/2017	www.pcgh.de/preis/1699930
Intel Core i7-7820X*	Ca. € 650,-	80,1 %/56,1 %	41/261/319/328	8c/16t	-	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	2,15	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632796
Intel Core i5-8600K*	Ca. € 260,-	84,9 %/37,6 %	16/247/274/286	6c/6t	UHD 630	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,18	12/2017	www.pcgh.de/preis/1697344
Intel Core i5-8600*	Ca. € 270,-	83,8 %/37,5 %	16/228/277/274	6c/6t	UHD 630	3,1 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,19	05/2017	www.pcgh.de/preis/1795374
Intel Core i9-7980XE*	N. verfügbar	82,3 %/94,9 %	42/284/373/338	18c/36t	-	2,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	2,19	12/2017	www.pcgh.de/preis/1638806
PC Games Hardware Intel Core i5-9600K*	Ca. € 260,-	84,0 %/37,6 %	16/259/278/306	6c/6t	UHD 630	3,7 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,21	12/2018	www.pcgh.de/preis/1870105
Intel Core i5-8500*	Ca. € 225,-	82,7 %/36,1 %	15/230/267/278	6c/6t	UHD 630	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,25	-****	www.pcgh.de/preis/1795399
Intel Core i3-8350K	Ca. € 180,-	76,7 %/38,5 %	17/261/242/113	4c/4t	UHD 630	4,0 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151 v2	2,27	12/2017	www.pcgh.de/preis/1697354
Intel Core i7-7700K*	Ca. € 380,-	84,8 %/35,9 %	25/249/272/302	4c/8t	UHD 630	4,2 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	1151	2,27	02/2017	www.pcgh.de/preis/1551097
Intel Core i3-8100	Ca. € 115,-	68,4 %/34,6 %	17/245/221/99	4c/4t	UHD 630	3,6 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151 v2	2,63	02/2018	www.pcgh.de/preis/1699931
Intel Pentium G4560	Ca. € 70,-	51,8 %/21,4 %	19/210/201/99	2c/4t	HD 610	3,5 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151	3,28	03/2017	www.pcgh.de/preis/1558362

** Normierte, gewichtete Leistung in Spielen/Anwendungen *** Gesamtes System in Watt (Leerlauf ohne Grafikkarte/Crysis 3/Ø Spiele/Ø Anwendungen) **** Nachgetestet ohne Heftartikel

Arbeitsspeicher

DDR3	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PC Games Hardware Kingston Hyper X Savage	HX321C11SRK2/16	Ca. € 120,-	2 × 8 GiByte DDR3-2133	11-12-12-30	Dual Rank	3,4 cm	1,60 Volt	2,47	06/2015	www.pcgh.de/preis/1160242
G.Skill Trident X	F3-2400C10D-16GTX	Ca. € 130,-	2 × 8 GiByte DDR3-2400	10-12-12-31	Dual Rank	5,4 cm	1,65 Volt	2,54	09/2013	www.pcgh.de/preis/764621
DDR4 (16 GiByte)	**Produktnummer**	**Preis**	**Speichertyp**	**Latenzen**	**Aufbau***	**Höhe**	**Spannung**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Corsair Vengeance LPX	CMK16GX4M2F4500C19	Ca. € 470,-	2 × 8 GiByte DDR4-4500	19-19-19-39	Single Rank	3,5 cm	1,45 Volt	1,76	07/2018	www.pcgh.de/preis/1703451
G.Skill Trident Z	F4-4000C19D-16GTZ	Ca. € 230,-	2 × 8 GiByte DDR4-4000	19-21-21-41	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,14	07/2018	www.pcgh.de/preis/1540721
Corsair Vengeance RGB	CMR16GX4M2C360018W	Ca. € 240,-	2 × 8 GiByte DDR4-3600	18-19-19-39	Single Rank	5,0 cm	1,35 Volt	2,29	07/2018	www.pcgh.de/preis/1699762
G.Skill Trident Z RGB	F4-3200C14D-16GTZRX	Ca. € 230,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	14-14-14-34	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,32	07/2018	www.pcgh.de/preis/1734617
Teamgroup Xcalibur Regular Ed.	TF5D416G3600HC18EDC01	Ca. € 210,-	2 × 8 GiByte DDR4-3600	18-20-20-44	Single Rank	5,2 cm	1,35 Volt	2,35	02/2019	www.pcgh.de/preis/1868805
Patriot Viper RGB	PVR416G360C6K	Ca. € 210,-	2 × 8 GiByte DDR4-3600	16-18-18-36	Single Rank	4,7 cm	1,35 Volt	2,39	07/2018	www.pcgh.de/preis/1821752
Apacer Panther Rage RGB	EK.16GA1.GJNK2	Ca. € 180,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	16-18-18-38	Single Rank	4,5 cm	1,35 Volt	2,48	09/2018	www.pcgh.de/preis/1850809
PC Games Hardware Patriot Viper	PV416G320C6K	Ca. € 130,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Dual Rank	4,1 cm	1,35 Volt	2,52	07/2018	www.pcgh.de/preis/1494230
Hyper X Predator RGB	HX432C16PB3AK2/16	Ca. € 160,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Single Rank	4,3 cm	1,35 Volt	2,58	02/2019	www.pcgh.de/preis/1871590
DDR4 (32 GiByte)	**Produktnummer**	**Preis**	**Speichertyp**	**Latenzen**	**Aufbau***	**Höhe**	**Spannung**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
G.Skill Trident Z Royal	F4-3200C14Q-32GTRG	Ca. € 510,-	4 × 8 GiByte DDR4-3200	14-14-14-34	Single Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,13	02/2019	www.pcgh.de/preis/1942056**
Corsair Vengeance RGB Pro	CMW32GX4M4C3600C18	Ca. € 430,-	4 × 8 GiByte DDR4-3600	18-19-19-39	Single Rank	5,2 cm	1,35 Volt	2,19	08/2018	www.pcgh.de/preis/1828432
Corsair Dominator Platinum SE	CMD32GX4M4C3466C16W	Ca. € 500,-	4 × 8 GiByte DDR4-3466	16-18-18-36	Single Rank	5,5 cm	1,35 Volt	2,23	08/2018	Exklusiv via www.corsair.com
PC Games Hardware Ballistix Tactical Tracer RGB	BLT4C8G4D30BET4K	Ca. € 250,-	4 × 8 GiByte DDR4-3000	16-18-18-38	Single Rank	4,1 cm	1,35 Volt	2,64	08/2018	www.pcgh.de/preis/1783014

System DDR3: Core i7-4770K, Asus Maximus VI Extreme, Zotac Geforce GT 640; Windows 7 64 Bit SP1, HCI Memtest Pro * Aufbau von den meisten Herstellern nicht garantiert, ggf. Abweichungen möglich

System DDR4: Core i7-8700K, Asus Maximus X Apex/Maximus X Hero, MSI Geforce GTX 1080 Ti Armor 11G OC; Windows 10 64 Bit, HCI Memtest Pro ** Version mit 2 × 8 GiByte – Quad-Channel-Kit noch nicht gelistet

Einkaufsführer Kühlung

Preise: Stand 13.03.2019

PCGH Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH Hardware SPAR-TIPP

Lüfter

120-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100 %	Kühlleistung*	Lautheit*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NF-A12x25 PWM	Ca. € 30,-	4-Pin PWM/52 cm	Spannungs-Adapter	2.000 U/min	7,9/10,1/15,0 Kelvin	1,8/0,7/0,1 Sone	1,83	09/2018	www.pcgh.de/preis/1813140
Noctua NF-F12 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/53 cm	Spannungs-Adapter	1.500 U/min	10,2/13,4/18,6 Kelvin	1,5/0,4/0,1 Sone	2,23	09/2018	www.pcgh.de/preis/698532
Noiseblocker Eloop B12-PS	Ca. € 19,-	4-Pin PWM/75 cm	–	1.500 U/min	10,9/14,1/19,0 Kelvin	0,7/0,1/0,1 Sone	2,35	09/2018	www.pcgh.de/preis/820091
Thermaltake Pure Plus 12 (3er Pack)	Ca. € 47,-	4-Pin Floppy/Molex	Via USB/Software	1.500 U/min	10,9/13,7/19,7 Kelvin	1,7/0,5/0,1 Sone	2,42	09/2018	www.pcgh.de/preis/1817212
Be Quiet Silent Wings 3 PWM	Ca. € 17,-	4-Pin PWM**/50 cm	–	1.450 U/min	11,7/14,4/20,7 Kelvin	0,6/0,1/0,1 Sone	2,50	09/2018	www.pcgh.de/preis/1490397
Scythe Kaze Flex 120 RGB PWM	Ca. € 13,-	4-Pin PWM/47 cm	–	1.200 U/min	10,9/14,3/21,4 Kelvin	0,8/0,2/0,1 Sone	2,54	09/2018	www.pcgh.de/preis/1890664
Arctic F12 PWM	Ca. € 5,-	4-Pin PWM**/39 cm	–	1.350 U/min	10,0/12,9/18,2 Kelvin	1,4/0,4/0,1 Sone	2,63	09/2018	www.pcgh.de/preis/458676
Noiseblocker Multiframe M12-2	Ca. € 19,-	3-Pin/44 cm	–	1.250 U/min	12,7/16,1/21,5 Kelvin	0,5/0,1/0,1 Sone	2,64	09/2018	www.pcgh.de/preis/342339
Be Quiet Shadow Wings SW1	Ca. € 12,-	3-Pin/45 cm	–	2.200 U/min	8,9/11,2/15,6 Kelvin	2,4/0,8/0,1 Sone	2,68	09/2018	www.pcgh.de/preis/684033
Noiseblocker Black Silent Pro PL-2	Ca. € 12,-	3-Pin/75 cm	–	1.400 U/min	12,3/15,4/20,5 Kelvin	1,0/0,3/0,1 Sone	2,69	09/2018	www.pcgh.de/preis/476778
Cooler Master Silencio FP 120 PWM	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/44 cm	–	1.400 U/min	13,1/16,9/23,1 Kelvin	0,4/0,2/0,1 Sone	2,71	09/2018	www.pcgh.de/preis/1227673
Fractal Design Dynamic X2 GP-12	Ca. € 12,-	3-Pin/51 cm	–	1.200 U/min	12,2/15,8/21,3 Kelvin	0,6/0,1/0,1 Sone	2,81	09/2018	www.pcgh.de/preis/1497617
Nanoxia Special N.N.V. 120 PWM	N. verfüg.	4-Pin PWM/45 cm	–	1.650 U/min	12,0/14,5/19,2 Kelvin	1,6/0,6/0,1 Sone	2,75	09/2018	www.pcgh.de/preis/1563720
Corsair LL120 RGB (3er Pack)	Ca. € 90,-	4-Pin PWM/60 cm	–	1.500 U/min	12,3/15,4/19,3 Kelvin	1,7/0,6/0,1 Sone	2,84	09/2018	www.pcgh.de/preis/1710064
140-mm-Lüfter	**Preis**	**Anschluss/Kabellänge**	**Regelung**	**Drehzahl 100 %**	**Kühlleistung***	**Lautheit***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Noiseblocker Eloop B14-PS	Ca. € 25,-	4-Pin PWM/75 cm	–	1.200 U/min	8,8/11,0/15,2 Kelvin	1,1/0,2/0,1 Sone	2,01	10/2018	www.pcgh.de/preis/1313838
Noctua NF-A14 FLX	Ca. € 21,-	3-Pin/53 cm	2 Spannungs-Adapt.	1.200 U/min	9,5/12,0/16,9 Kelvin	0,9/0,2/0,1 Sone	2,21	10/2018	www.pcgh.de/preis/870798
Thermaltake Riing 14 RGB	Ca. € 25,-	4-Pin PWM/45 cm	2-stufig	1.400 U/min	9,1/11,3/16,9 Kelvin	1,4/0,6/0,1 Sone	2,25	10/2018	www.pcgh.de/preis/1348647
Silverstone SST-FQ141	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/29 cm	Spannungs-Adapter	1.000 U/min	10,3/12,9/17,6 Kelvin	0,9/0,2/0,1 Sone	2,36	10/2018	www.pcgh.de/preis/1170330
Noiseblocker Black Silent Pro PK-2	Ca. € 17,-	3-Pin/75 cm	–	1.200 U/min	10,2/12,8/18,1 Kelvin	1,1/0,3/0,1 Sone	2,37	10/2018	www.pcgh.de/preis/476867
Phanteks PH-F140SP	Ca. € 15,-	3-Pin/92 cm	–	1.200 U/min	8,9/11,5/16,2 Kelvin	1,4/0,4/0,1 Sone	2,41	10/2018	www.pcgh.de/preis/1112616
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	Ca. € 19,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.500 U/min	9,6/11,7/18,2 Kelvin	1,4/0,5/0,1 Sone	2,42	10/2018	www.pcgh.de/preis/1266895
Be Quiet Silent Wings 3 PWM	Ca. € 17,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.000 U/min	11,7/14,7/20,4 Kelvin	0,3/0,1/0,1 Sone	2,45	10/2018	www.pcgh.de/preis/1490388
Nanoxia Cool Force	Ca. € 10,-	3-Pin/43 cm	Vorwiderstand	1.100 U/min	12,2/14,6/20,3 Kelvin	0,3/0,1/0,1 Sone	2,45	10/2018	www.pcgh.de/preis/1395404
Enermax T.B.Silence PWM 140mm	Ca. € 11,-	4-Pin PWM/49 cm	–	1.200 U/min	9,2/11,8/16,0 Kelvin	1,6/0,6/0,2 Sone	2,48	10/2018	www.pcgh.de/preis/886129
Enermax T.B.Silence ADV 140	Ca. € 16,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.200 U/min	9,5/12,6/17,9 Kelvin	1,1/0,3/0,1 Sone	2,48	10/2018	www.pcgh.de/preis/1831705
Corsair ML140 Pro White LED	Ca. € 16,-	4-Pin PWM/59 cm	–	2.000 U/min	6,2/7,3/10,6 Kelvin	4,2/1,7/0,4 Sone	2,62	10/2018	www.pcgh.de/preis/1461464
Noctua NF-A14 Ind.-PPC-2000 PWM	Ca. € 27,-	4-Pin PWM/40 cm	–	2.000 U/min	6,9/8,1/11,8 Kelvin	4,0/1,6/0,4 Sone	2,78	10/2018	www.pcgh.de/preis/1115473
Be Quiet Pure Wings 2 140mm	Ca. € 8,-	3-Pin/45 cm	–	1.000 U/min	11,8/15,6/21,1 Kelvin	0,5/0,1/0,1 Sone	2,89	10/2018	www.pcgh.de/preis/994425
Arctic Bionix F140 Weiß	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/39 cm	–	1.800 U/min	6,6/8,2/11,5 Kelvin	4,7/2,1/0,4 Sone	3,02	10/2018	www.pcgh.de/preis/1688662

* Auf Alphacool Nexxxos XT45 120/140/180 mm Radiator, Differenztemperatur Wasser/Luft. Wärmequelle: Xeon E5-2687W (150 W TDP).

Prozessorkühler

Modell	Preis	Maße (B × H × T) Gewicht	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp. (100/75/50 %)	Lautheit (100/75/50 %)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Rock Pro 4	Ca. € 65,-	136 × 163 × 146 mm; 1.150 g	49,8 °C (1.320 U/min)	48,5/51,0/57,7 °C	1,4/0,4/0,1 Sone**	1,79	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794846
Thermalright Le Grand Macho RT	Ca. € 70,-	150 × 162 × 148 mm; 1.110 g	50,1 °C (1.280 U/min)	50,1/52,8/59,1 °C	1,0/0,2/0,1 Sone	1,86	08/2018	www.pcgh.de/preis/1442034
Noctua NH-D15	Ca. € 85,-	151 × 175 × 162 mm; 1.310 g	49,3 °C (1.110 U/min)	47,5/49,9/53,8 °C	2,7/0,9/0,1 Sone	1,87	08/2018	www.pcgh.de/preis/1098241
Noctua NH-U14S	Ca. € 65,-	152 × 166 × 80 mm; 938 g	49,4 °C (1.220 U/min)	47,9/50,8/57,1 °C	1,7/0,7/0,1 Sone	1,90	08/2018	www.pcgh.de/preis/929404
Thermaltake Frio Extr. Silent 14 Dual	Ca. € 80,-	157 × 166 × 146 mm; 1235 g	49,2 °C (1.050 U/min)	48,2/52,1/59,9 °C	1,4/0,4/0,1 Sone	1,92	08/2018	www.pcgh.de/preis/1196525
Scythe Mugen 5 (/Rev. B)	N. verfüg.	138 × 150 × 109 mm; 890 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	52,1/53,6/59,4 °C	0,9/0,3/0,1 Sone	1,96	08/2018	www.pcgh.de/preis/1647533
EKL Alpenföhn Brocken 3	Ca. € 43,-	150 × 171 × 126 mm; 870 g	52,5 °C (1.000 U/min)	52,5/54,6/61,1 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	2,01	08/2018	www.pcgh.de/preis/1675194
EKL Alpenföhn Matterhorn Pure	Ca. € 34,-	140 × 157 × 100 mm; 800 g	50,6 °C (1.350 U/min)	49,8/52,0/60,6 °C	1,6/0,7/0,1 Sone	2,01	05/2018	www.pcgh.de/preis/782372
Scythe Kotetsu Mark II	Ca. € 31,-	139 × 154 × 83 mm; 620 g	Nicht mög. (max. 0,9 Sone)	53,0/56,0/61,8 °C	0,9/0,2/0,1 Sone	2,11	05/2018	www.pcgh.de/preis/1743093
Be Quiet Dark Rock 4	Ca. € 49,-	136 × 162 × 96 mm; 910 g	50,6 °C (1.260 U/min)	50,1/53,1/62,8 °C	1,3/0,4/0,1 Sone**	2,11	08/2018	www.pcgh.de/preis/1794867
Thermalright True Spirit 140 Direct	Ca. € 38,-	152 × 165 × 71 mm; 660 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	50,8/54,2/60,7 °C	0,8/0,2/0,1 Sone	2,12	08/2018	www.pcgh.de/preis/1529573
Be Quiet Dark Rock Pro 3	Ca. € 75,-	141 × 164 × 150 mm; 1.240 g	51,6 °C (1.420 U/min)	50,3/52,1/55,7 °C	1,6/0,6/0,1 Sone	2,13	08/2018	www.pcgh.de/preis/1054341
Thermalright Macho Direct	Ca. € 39,-	152 × 162 × 128 mm; 823 g	Nicht mögl. (max. 0,7 Sone)	52,1/54,8/61,3 °C	0,7/0,3/0,1 Sone	2,26	08/2018	www.pcgh.de/preis/1372274
EKL Alpenföhn Brocken Eco	Ca. € 30,-	131 × 151 × 88 mm; 610 g	53,4 °C (1.380 U/min)	52,5/57,4/64,2 °C	1,2/0,3/0,1 Sone	2,27	08/2018	www.pcgh.de/preis/1081623
Enermax ETS-50 Axe	Ca. € 45,-	139 × 161 × 112 mm; 910 g	52,5 °C (1.260 U/min)	48,2/50,9/59,1 °C	3,1/1,3/0,3 Sone	2,37	08/2018	www.pcgh.de/preis/1491128
Cooler Master Masterair MA410P	Ca. € 35,-	129 × 160 × 80 mm; 600 g	54,2 °C (1.500 U/min)	51,5/53,8/61,0 °C	2,0/1,0/0,1 Sone**	2,43	05/2018	www.pcgh.de/preis/1719521
Cooler Master Hyper 412S	Ca. € 25,-	132 × 162 × 97 mm; 580 g	Nicht mögl. (max. 0,7 Sone)	56,7/59,1/67,2 °C	0,7/0,1/0,1 Sone	2,46	08/2018	www.pcgh.de/preis/697260
Arctic Freezer 33	Ca. € 24,-	124 × 151 × 73 mm; 680 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	53,5/57,6/67,1 °C	0,9/0,3/0,1 Sone**	2,48	05/2018	www.pcgh.de/preis/1589294
Thermalright Silver Arrow ITX-R*	Ca. € 75,-	154 × 148 × 105 mm; 770 g	52,9 °C (1.070 U/min)	52,2/55,6/64,4 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	2,51	05/2018	www.pcgh.de/preis/1620104
Be Quiet Pure Rock	Ca. € 28,-	130 × 155 × 89 mm; 630 g	56,2 °C (1.370 U/min)	55,5/58,1/68,0 °C	1,4/0,4/0,1 Sone	2,52	08/2018	www.pcgh.de/preis/1184606
Cryorig H7 Quad Lumi	Ca. € 55,-	122 × 147 × 98 mm; 710 g	55,6 °C (1.260 U/min)	52,4/55,0/62,1 °C	1,7/0,7/0,1 Sone	2,52	05/2018	www.pcgh.de/preis/1665891
Thermaltake Frio Silent 12	Ca. € 35,-	128 × 141 × 67 mm; 330 g	54,7 °C (1.310 U/min)	53,8/58,6/70,4 °C	1,3/0,3/0,1 Sone	2,59	08/2018	www.pcgh.de/preis/1158734
MSI Core Frozr XL	Ca. € 75,-	150 × 170 × 130 mm; 1.320 g	52,6 °C (1.100 U/min)	47,4/50,4/56,8 °C	4,8/2,0/0,4 Sone**	2,61	05/2018	www.pcgh.de/preis/1656926
Be Quiet Shadow Rock TF2	Ca. € 45,-	137 × 112 × 167 mm; 730 g	53,8 °C (1.280 U/min)	52,8/56,1/66,6 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	2,66	05/2018	www.pcgh.de/preis/1629017

* Anpresskraft Sockel-1151-Originalhalterung deutlich zu hoch, Nachrüstkit auf Anfrage ** Messung mit analoger Ansteuerung; bei PWM-Ansteuerung gegebenenfalls zusätzliche Störgeräusche

Einkaufsführer Wasserkühlung & Mainboards

Preise: Stand 13.03.2019

PC Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Hardware SPAR-TIPP

Vorgefüllte Kompakt- und modulare Wasserkühlungen

Kompaktwasserkühlungen	Preis	Radiator (B × H × T)	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp., (100/75/50%)	Lauth. (100/75/50%/Pumpe)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Alphacool Eisbaer 240	Ca. € 120,-	274 × 124 × 55 mm	49,5 °C (1.080 U/min)	47,2/48,5/52,2 °C	3,3/1,6/0,6/0,1 Sone	1,83	12/2018	www.pcgh.de/preis/758311939
Alphacool Eisbaer 240 LT	Ca. € 90,-	271 × 120 × 51 mm	50,8 °C (1.080 U/min)	47,9/50,2/53,4 °C	3,0/1,3/0,4/0,1 Sone	1,90	12/2018	www.pcgh.de/preis/1774559
PC Hardware Cooler Master Master Liquid 240	Ca. € 75,-	278 × 120 × 53 mm	48,4 °C (1.400 U/min)	45,2/47,5/52,7 °C	3,5/1,5/0,4/0,1 Sone	1,93	12/2018	www.pcgh.de/preis/1562099
Be Quiet Silent Loop 240 mm	Ca. € 120,-	275 × 123 × 55 mm	50,4 °C (1.260 U/min)	47,2/48,5/51,7 °C	4,5/2,0/0,6/0,1 Sone	2,02	12/2018	www.pcgh.de/preis/1508159
Deepcool Castle 240 RGB	Ca. € 120,-	273 × 121 × 53 mm	50,0 °C (1.080 U/min)	46,2/48,0/52,2 °C	4,1/2,0/0,5/0,1 Sone	2,07	12/2018	www.pcgh.de/preis/1869432
Enermax Liqfusion 240	Ca. € 100,-	273 × 120 × 53 mm	50,3 °C (1.320 U/min)	46,9/48,8/52,5 °C	3,9/1,7/0,5/0,2 Sone	2,08	12/2018	www.pcgh.de/preis/1830168
Fractal Design Celsius S24	Ca. € 120,-	283 × 122 × 55 mm	49,1 °C (1.110 U/min)	45,4/46,9/51,6 °C	4,5/1,8/0,7/0,1 Sone	2,10	12/2018	www.pcgh.de/preis/1621894
NZXT Kraken X52	Ca. € 150,-	277 × 123 × 55 mm	48,8 °C (1.080 U/min)	44,4/45,9/49,8 °C	5,6/2,7/0,7/0,1 Sone	2,10	12/2018	www.pcgh.de/preis/1677166
Asus ROG Ryujin 240	Ca. € 210,-	273 × 120 × 54 mm	49,1 °C (1.080 U/min)	45,1/46,9/49,9 °C	5,5/2,6/0,8/0,2 Sone	2,27	12/2018	www.pcgh.de/preis/1893500
Corsair H100i Platinum	Ca. € 130,-	278 × 120 × 54 mm	50,4 °C (1.200 U/min)	45,3/47,3/50,4 °C	6,6/3,4/1,0/0,1 Sone	2,28	12/2018	www.pcgh.de/preis/1917951
Modulare Komplettsets	**Preis**	**Radiator (B × H × T)**	**CPU-Temp. 1,0 Sone**	**CPU-Temp., (100/75/50%)**	**Lauth. (100/75/50%/Pumpe)**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Alphacool Eissturm Hurricane 2x120	Ca. € 280,-	290 × 123 × 70 mm	46,2 °C (1.280 U/min)	44,4/46,4/50,3 °C	2,2/0,8/0,1/0,1 Sone	1,20	03/2019	www.pcgh.de/preis/1788490
XSPC Raystorm Pro D5 Photon RX240	Ca. € 350,-	286 × 130 × 82 mm	45,8 °C (1.080 U/min)	43,7/44,9/48,5 °C	3,0/1,3/0,2/0,4 Sone	1,81	03/2019	www.pcgh.de/preis/1901487

Temperatur- und Lautheitsmessungen entsprechen Luftkühlern, aber das Benotungssystem weicht ab. Wertung nicht vergleichbar!

Mainboards für AMD- und Intel-Prozessoren, diverse Sockel

AMD TR4	Preis	IOH/Form.	PCI-E CPU (3.0) & IOH (2.0)	M.2-Anbindung	Sound	USB ext./int.; SATA	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
PC Hardware Asrock X399 Taichi	Ca. € 320,-	X399/ATX	×16/×8/×16/×8 & ×1	3× 3.0×4	ALC1220	2/0×3.1; 8/4×3.0; 8×	5 (5× PWM)	1,90	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664939
Asus Zenith Extreme	Ca. € 560,-	X399/E-ATX	×16/×8/×16/×8 & ×4/×1	3× 3.0×4	S1220	2/1×3.1; 8/4×3.0; 6×	9 (7× PWM)	2,04	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664907
AMD AM4 (neue Noten)	**Preis**	**IOH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & IOH (2.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Gigabyte X470 Ga. 7 WIFI	Ca. € 240,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*	3.0×4; 2.0×4*	ALC1220	2/1×3.1; 6/4×3.0; 6×	8 (8× PWM)	1,97	07/2018	www.pcgh.de/preis/1804453
Asus Crossh. VII Hero Wi-Fi	Ca. € 290,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×4	3.0×4; 3.0×0*	S1220	2/1×3.1; 8/2×3.0; 6×	8 (8× PWM)	1,98	07/2018	www.pcgh.de/preis/1804445
Asrock X470 Taichi	Ca. € 220,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×4	3.0×4; 2.0×4*	ALC1220	2/1×3.1; 6/4×3.0; 8×	5 (5× PWM)	2,07	02/2019	www.pcgh.de/preis/1804323
MSI X470 Gaming M7 AC	Ca. € 260,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1*/×0*/×0*	3.0×4; 2.0×4*	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3.0; 6×	6 (6× PWM)	2,08	07/2018	www.pcgh.de/preis/1804096
Asus Prime X470-Pro	Ca. € 170,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×0*/×1/×0*/×4*	3.0×4; 3.0×2*	S1220A	2/1×3.1; 6/2×3.0; 6×	7 (7× PWM)	2,21	07/2018	www.pcgh.de/preis/1804446
PC Hardware Asrock X470 Master SLI	Ca. € 140,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×1	3.0×4; 2.0×2	ALC892	2/0×3.1; 6/4×3.0; 6×	5 (5× PWM)	2,33	10/2018	www.pcgh.de/preis/1804206
MSI B450 Ga. Pro Car. AC	Ca. € 150,-	B450/ATX	×16 & ×0*/×0*/×0*/×0*	3.0×4**; 2.0×4*	ALC1220	2/0×3.1; 2/2×3.0; 6×	6 (6× PWM)	2,38	10/2018	www.pcgh.de/preis/1858899
MSI X470 Gaming Plus	Ca. € 130,-	X470/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×0*	3.0×4; 2.0×4*	ALC892	2/0×3.1; 4/4×3.0; 6×	6 (6× PWM)	2,40	07/2018	www.pcgh.de/preis/1803970
MSI B450M Mortar Titan.	Ca. € 95,-	B450/µATX	×16 & ×0*/×1*/×4	3.0×4; 2.0×4*	ALC892	2/0×3.1; 4/2×3.0; 4×	4 (4× PWM)	2,46	02/2019	www.pcgh.de/preis/1859022
Asus Strix B450-I Gaming	Ca. € 150,-	B450/ITX	×16*	3.0×4; 3.0×0*	S1220A	2/0×3.1; 4/2×3.0; 4×	3 (3× PWM)	2,51	10/2018	www.pcgh.de/preis/1843431
Asrock X370 Killer SLI	Ca. € 110,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×1	3.0×4; 2.0×2	ALC892	2/0×3.1; 6/4×3.0; 6×	5 (5× PWM)	2,52	07/2018	www.pcgh.de/preis/1582146
Asrock B450 Gam.-ITX/ac	Ca. € 120,-	B450/ITX	×16	3.0×4	ALC1220	2/0×3.1; 2/2×3.0; 4×	3 (3× PWM)	2,58	10/2018	www.pcgh.de/preis/1858741
Asus Strix B450-F Gam.	Ca. € 120,-	B450/ATX	×16*/×0* & ×1/×0*/×0*/×4*	3.0×4**; 3.0×0*	S1220A	2/0×3.1; 4/2×3.0; 6×	6 (6× PWM)	2,62	10/2018	www.pcgh.de/preis/1843402
PC Hardware Asrock B450M Pro4	Ca. € 80,-	B450/µATX	×16 & ×1/×4	3.0×4; SATA**	ALC892	2/0×3.1; 4/2×3.0; 4×	5 (5× PWM)	2,62	10/2018	www.pcgh.de/preis/1858732
MSI B450I Gam. Plus AC	Ca. € 120,-	B450/ITX	×16	3.0×4	ALC887	0/0×3.1; 4/2×3.0; 4×	2 (2× PWM)	2,66	10/2018	www.pcgh.de/preis/1858985
Gigabyte B450 Aorus Pro	Ca. € 110,-	B450/ATX	×16 & ×0*/×4*/×0*	3.0×4**; 3.0×2	ALC1220	2/0×3.1; 4/2×3.0; 6×	5 (5× PWM)	2,69	10/2018	www.pcgh.de/preis/1858848
Asus B450-Plus Gaming	Ca. € 100,-	B450/ATX	×16 & ×0*/×4*/×0*/×1	3.0×4**	ALC887	2/0×3.1; 3/2×3.0; 6×	5 (5× PWM)	2,79	02/2019	www.pcgh.de/preis/1843527
Intel 1151 (CFL)	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asus Maxim. XI Hero WiFI	Ca. € 330,-	Z390/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4**	2× 3.0×4	S1220	4/1×3.1; 2/2×3.0; 6×	8 (8× PWM)	1,55	12/2018	www.pcgh.de/preis/1899150
Asrock Z390 Taichi	Ca. € 250,-	Z390/ATX	×16*/×0*/×0* & ×1/×1	3.0×4; 2× 3.0×4**	ALC1220	4/1×3.1; 4/4×3.0; 8×	8 (8× PWM)	1,66	05/2019	www.pcgh.de/preis/1900901
Gigabyte Z390 A. Master	Ca. € 280,-	Z390/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×0*	3.0×4; ×4*; ×4**	ALC1220	4/1×3.1; 2/2×3.0; 6×	8 (8× PWM)	1,74	05/2019	www.pcgh.de/preis/1902139
Asus Strix Z390-F Gaming	Ca. € 220,-	Z390/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4**	2× 3.0×4	S1220A	4/0×3.1; 2/2×3.0; 6×	7 (7× PWM)	1,74	05/2019	www.pcgh.de/preis/1899136
PC Hardware MSI Z390 Gam. Edge AC	Ca. € 180,-	Z390/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/1×3.1; 2/4×3.0; 6×	7 (7× PWM)	1,75	12/2018	www.pcgh.de/preis/1901566
Gigabyte Z390 A. Xtreme	Ca. € 560,-	Z390/E-ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*	3.0×4; ×4*; ×4**	ALC1220	6/1×3.1; 2/2×3.0; 6×	14 (14× PWM)	1,76	12/2018	www.pcgh.de/preis/1919972
Asrock Z390 Extreme4	Ca. € 180,-	Z390/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	2× 3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/4×3.0; 8×	5 (5× PWM)	1,76	12/2018	www.pcgh.de/preis/1900711
MSI MEG Z390 ACE	Ca. € 260,-	Z390/ATX	×16*/×0*/×0* & ×1/×1/×1	2× 3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	6/2×3.1; 0/4×3.0; 6×	7 (7× PWM)	1,85	05/2019	www.pcgh.de/preis/1901210
Asus Maximus X Hero	Ca. € 250,-	Z370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*/×4*	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/1×3.1; 4/2×3.0; 6×	8 (8× PWM)	2,02	12/2017	www.pcgh.de/preis/1702196
Gigabyte H370 Ga. 3 Wifi	Ca. € 140,-	H370/ATX	×16 & ×1/×1/×4/×1/×1	3.0×4; 3.0×2	ALC1220	2/1×3.1; 2/2×3.0; 6×	5 (5× PWM)	2,11	06/2018	www.pcgh.de/preis/1795299
Asus B360-F Gaming	Ca. € 130,-	B360/ATX	×16 & ×0*/×0*/×4*/×1*/×1	3.0×4; 3.0×2*	S1220A	3/0×3.1; 0/2×3.0; 6×	6 (6× PWM)	2,11	06/2018	www.pcgh.de/preis/1796093
NZXT N7 Z370 black	Ca. € 270,-	Z370/ATX	×16/×0 & ×1/×4/×4	2× 3.0×4	ALC1220	0/0×3.1; 4/4×3.0; 4×	9 (9× PWM)	2,19	06/2018	www.pcgh.de/preis/1761093
MSI B360 Ga. Pro Carbon	Ca. € 120,-	B360/ATX	×16 & ×1/×0*/×1/×1	3.0×4; 3.0×4*	ALC1220	2/1×3.1; 4/2×3.0; 6×	7 (7× PWM)	2,32	06/2018	www.pcgh.de/preis/1795530
PC Hardware Asrock H370 Pro4	Ca. € 100,-	H370/ATX	×16 & ×1/×1*/×4*/×1*	2× 3.0×4	ALC892	2/0×3.1; 2/4×3.0; 6×	4 (4× PWM)	2,44	06/2018	www.pcgh.de/preis/1789140
Biostar B360GT3S	Ca. € 95,-	B360/µATX	×16 & ×1/×4	3.0×4; 3.0×2	ALC1150	2/0×3.1; 2/2×3.0; 6×	3 (3× PWM)	2,57	06/2018	www.pcgh.de/preis/1796228
Intel 2066	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asus Strix X299-E Gam.	Ca. € 350,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×1*/×1/×4**	3.0×4; 3.0×4	S1220A	2/1×3.1; 4/4×3.0; 8×	7 (7× PWM)	2,05	09/2017	www.pcgh.de/preis/1641089
PC Hardware MSI X299 Ga. Pro Car. AC	Ca. € 340,-	X299/ATX	×16/×4/×16/×8 & ×1/×1	3.0×4; 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3.0; 8×	6 (6× PWM)	2,07	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632012
Asus TUF X299 Mark 2	Ca. € 240,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×1/×2/×1	3.0×4; 3.0×4	S1220A	2/0×3.1; 4/4×3.0; 6×	8 (8× PWM)	2,14	09/2017	www.pcgh.de/preis/1641192
PC Hardware MSI X299 Raider	Ca. € 220,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×4/×1	3.0×4**; 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3.0; 8×	6 (6× PWM)	2,23	10/2017	www.pcgh.de/preis/1641249

* PCI-E-Lane-Sharing ** Shared mit SATA

Einkaufsführer LCDs & Eingabegeräte

Preise: Stand 13.03.2019

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

LCDs

Full HD	Preis	Bilddiagonale	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Dell Alienware AW2518H	Ca. € 555,-	24,5 Zoll	240 Hertz	2,3 ms*	16 ms	Bis 447 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,55	10/2017	www.pcgh.de/preis/1675342
MSI Optix MPG27C	Ca. € 500,-	24 Zoll	144 Hertz	4,6 ms	10,5 ms	Bis 296 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,64	Online	www.pcgh.de/preis/1785518
Samsung C24FG73	Ca. € 265,-	24 Zoll	144 Hertz	5 ms	-	Bis 340 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,66	06/2016	www.pcgh.de/preis/1621926
LG 27GK750F	Ca. € 345,-	27 Zoll	240 Hertz	3,0 ms*	14 ms	Bis 380 cd/m²	TN-Panel	Freesync	1,68	02/2018	www.pcgh.de/preis/1755660
Medion Erazer X58426	Ca. € 400,-	31,5 Zoll	144 Hertz	12 ms	11 ms	Bis 288 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,76	05/2017	www.pcgh.de/preis/1585204
AOC C24G1	Ca. € 215,-	24 Zoll	144 Hertz	9,2 ms*	11 ms	Bis 251 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,92	Online	www.pcgh.de/preis/1318972
Asus ROG Swift PG258Q	Ca. € 540,-	24,5 Zoll	240 Hertz	1 ms	15 ms	Bis 488 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,93	10/2017	www.pcgh.de/preis/1451609
WQHD	**Preis**	**Bilddiagonale**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Viewsonic XG2703-GS	Ca. € 690,-	27 Zoll	165 Hertz	5,4 ms*	12 ms	Bis 355 cd/m²	IPS-Panel	G-Sync	1,56	04/2017	www.pcgh.de/preis/1504306
Asus PG27VQ	Ca. € 770,-	27 Zoll	165 Hertz	2,3 ms*	14 ms	Bis 450 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,61	04/2018	www.pcgh.de/preis/1705548
Acer XF0 XF270HUA	Ca. € 450,-	27 Zoll	144 Hertz	7,2 ms*	10,2 ms	Bis 382 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,63	04/2018	www.pcgh.de/preis/1528218
AOC Q3279VWF	Ca. € 200,-	27 Zoll	75 Hertz	6,3 ms*	12 ms	Bis 267 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,79	02/2018	www.pcgh.de/preis/1716544
Asus MG279Q	Ca. € 510,-	27 Zoll	144 Hertz	7,2 ms*	9 ms	35 bis 343 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,87	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215454
Ultra HD	**Preis**	**Bilddiagonale**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Acer Predator X27	Ca. € 2.300,-	27 Zoll	144 Hertz	5,4 ms*	22,1 ms	32 bis 1.125 cd/m²	IPS-Panel	G-Sync	1,42	01/2019	www.pcgh.de/preis/1615513
Acer XV3	Ca. € 1.000,-	27 Zoll	144 Hertz	7,1 ms	32,2 ms	20 bis 465 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,61	04/2019	www.pcgh.de/preis/1935862
Philips 436M6VBPAB	Ca. € 630,-	43 Zoll	60 Hertz	6,1 ms*	12 ms	59 bis 755 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,94	01/2019	www.pcgh.de/preis/1809030
Viewsonic VX4380-4K	Ca. € 540,-	43 Zoll	60 Hertz	14,4 ms*	10 ms	Bis 440 cd/m²	IPS-Panel	–	2,21	01/2017	www.pcgh.de/preis/1710767
21:9	**Preis**	**Auflösung**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
LG 38UC99-W	Ca. € 960,-	3.840 x 1.600	75 Hertz	8,7 ms*	10 ms	50 bis 295 cd/m²	AHIPS-Panel	Freesync	1,39	03/2017	www.pcgh.de/preis/1501656
Asus ROG PG348Q	Ca. € 950,-	3.440 x 1.440	100 Hertz	6 ms	4 ms	31 bis 324 cd/m²	IPS-Panel	G-Sync	1,61	04/2016	www.pcgh.de/preis/1276261
LG 34WK95-W	Ca. € 1.110,-	3.440 x 1.440	144 Hertz	6,1 ms*	23,4 ms	70 bis 295 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,79	05/2019	www.pcgh.de/preis/1833861
Samsung S34E790C	Ca. € 570,-	3.440 x 1.440	60 Hertz	9,3 ms*	10,6 ms	57 bis 266 cd/m²	MVA-Panel	Freesync	1,87	05/2019	www.pcgh.de/preis/1655008
Asus MX34VQ	Ca. € 660,-	3.440 x 1.440	100 Hertz	12 ms	9 ms	Bis 299 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,89	08/2017	www.pcgh.de/preis/1565011

* Neue Messmethode mit Oszilloskop; Durchschnitt von 20 Farbwechseln

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Auflösung	Gewicht	Ergonomie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Roccat Leadr	Ca. € 130,-	Schnurlos	12 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	134 Gramm	Sehr gut	1,22	08/2017	www.pcgh.de/preis/1558254
Razer Basilisk	Ca. € 60,-	200 cm	8 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	107 Gramm	Sehr gut	1,24	12/2017	www.pcgh.de/preis/1685902
Razer Lancehead	Ca. € 115,-	Schnurlos	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	16.000 Dpi	126 Gramm	Sehr gut	1,27	08/2017	www.pcgh.de/preis/1615980
Rayer Mamba Elite	Ca. € 80,-	210 cm	7 + Vier-Wege-Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	98 Gramm	Sehr gut	1,28	01/2019	www.pcgh.de/preis/1855352
Roccat Tyon	Ca. € 80,-	180 cm	12 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	126 Gramm	Sehr gut	1,32	12/2014	www.pcgh.de/preis/1154844
Asus ROG Gladius II	Ca. € 80,-	200/100 cm	6 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	110 Gramm	Sehr gut	1,32	04/2017	www.pcgh.de/preis/1574884
Logitech G903 Lightspeed	Ca. € 120,-	Schnurlos	10 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	111 Gramm	Sehr gut	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1638563
Razer Naga Trinity	Ca. € 90,-	Schnurlos	6, 8 oder 10 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	122 Gramm	Sehr gut	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1724333
Razer Mamba & Firefly Hyperflux	Ca. € 240,-	Schnurlos	7 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	96 Gramm	Sehr gut	1,35	07/2018	www.pcgh.de/preis/1752316
Corsair Glaive	Ca. € 70,-	Schnurlos	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	122 Gramm	Sehr gut	1,37	12/2017	www.pcgh.de/preis/1619280
Sharkoon Drakonia 2	Ca. € 40,-	180 cm	11 + Scrollrad	Optisch (LED)	15.000 Dpi	106 g + 5 × 5,6 g	Sehr gut	1,55	04/2019	www.pcgh.de/preis/1946626

Tastaturen

Nicht mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Handballenablage	Zusatztasten	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Razer Ornata Chroma	Ca. € 90,-	RGB-Einzeltastenbel.	–	Ja (modular)	11 (Doppelbelegung)	Ja/ja (k. A.)	1,62	03/2017	www.pcgh.de/preis/1513169
Sharkoon Skiller SGK4	Ca. € 30,-	Voll, RGB-Farbraum	–	Ja (integriert)	8	Ja/ja (k. A.)	1,74	03/2019	www.pcgh.de/preis/1857496
Tt esport Challenger Edge Pro	Ca. € 45,-	Voll, RGB-Farbraum	–	Ja (modular)	12 (Doppelbelegung)	Ja/ja (ein Profil)	1,78	03/2019	www.pcgh.de/preis/1680211
Asus Cerberus	Ca. € 50,-	Voll, zwei Farben	–	Ja (integriert)	6	Ja/ja (k. A.)	1,86	10/2016	www.pcgh.de/preis/1338736
Trust Gaming GXT 860 Thura	Ca. € 45,-	Voll, RGB-Farbraum	–	Ja (modular)	12 (Doppelbelegung)	Nein/nein	1,92	03/2019	www.pcgh.de/preis/1338736
Mechanisch	**Preis**	**Beleuchtung**	**Anschlüsse**	**Schalter (getestet)**	**Schalter (verfüg.)**	**Makro/Speicher**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Razer Black Widow Elite	Ca. € 175,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Razer Green (RGB)	Razer Yellow/Brown	Ja/ja (k. A.)	1,28	01/2019	www.pcgh.de/preis/1880037
Razer Black Widow Chroma V2	Ca. € 180,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Razer Yellow (RGB)	Razer Green/Brown	Ja/ja (k. A.)	1,30	04/2017	www.pcgh.de/preis/1568991
Razer Huntsman Elite	Ca. € 170,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Razer Opto-Mechan.	Razer Opto-Mechan.	Ja/ja (5 Profile)	1,30	08/2018	www.pcgh.de/preis/1844054
Coolermaster Masterkeys MK750	Ca. € 120,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Ch. MX RGB Brown	Ch. MX RGB Red/Blue	Ja/ja (k.A.)	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1730535
Roccat Vulcan AIMO	Ca. € 160,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Roccat Titan/TTC RGB	TTC RGB Brown	Ja/ja (512 kB)	1,35	01/2019	www.pcgh.de/preis/1827644
Corsair K95 Platimun RGB	Ca. € 185,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0	Ch. MX Speed RGB	Ch. MX Speed RGB	Ja/ja (8 MByte)	1,36	07/2017	www.pcgh.de/preis/1572533
Corsair K70 RGB MK.2	Ca. € 170,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0	Ch. MX RGB Brown	MX RGB Brown/Red	Ja/ja (8 MByte)	1,38	08/2018	www.pcgh.de/preis/1832395
Patriot Viper V770	Ca. € 125,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Kailh RGB Red	Kailh RGB Red	Ja/ja (5 Profile)	1,41	08/2018	www.pcgh.de/preis/1738224
Corsair K70 RGB MK.2 Low Profile	Ca. € 190,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0	Ch. MX RGB Low Pr.	MX RGB LP Speed, Red	Ja/ja (k. A.)	1,41	01/2019	www.pcgh.de/preis/1914757
MSI Vigor GK80	Ca. € 125,-	RGB-Einzeltastenbel.	2 x USB 2.0	Cherry MX RGB Red	Cherry MX RGB Red	Ja/ja (5 Profile)	1,47	08/2018	www.pcgh.de/preis/1778940
Asus Cerberus Mech RGB	Ca. € 120,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailh RGB Red	Kailh RGB Red	Ja/ja (5 Profile)	1,49	04/2018	www.pcgh.de/preis/1656983

Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 13.03.2019

PCGH-PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH-SPAR-TIPP

SATA-SSDs

Ab 240 GB	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	IOPS	Kopiertest*	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Samsung SSD 860 Pro	Ca. € 80,-	238 GiB/256 GB	446/489 MB/s	88.000	64 Sekunden	5 Jahre, 300 TB	2,13	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756908
Samsung SSD 860 Evo	Ca. € 55,-	233 GiB/250 GB	448/489 MB/s	76.000	66 Sekunden	5 Jahre, 150 TB	2,14	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756903
Crucial MX500	Ca. € 45,-	233 GiB/250 GB	528/318 MB/s	48.000	99 Sekunden	5 Jahre, 100 TB	2,42	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745265
Kingston SSDNow UV500	Ca. € 40,-	224 GiB/240 GB	428/482 MB/s	23.000	149 Sekunden	5 Jahre, 100 TB	2,49	07/2018	www.pcgh.de/preis/1805411
Crucial BX500	Ca. € 35,-	224 GiB/240 GB	445/476 MB/s	7709	83 Sekunden	3 Jahre, 80 TB	2,54	02/2019	www.pcgh.de/preis/1875761
Gigabyte SSD	Ca. € 70,-	238 GiB/256 GB	445,6/489,3 MB/s	17.996	129 Sekunden	3 Jahre, 100 TB	2,62	02/2019	www.pcgh.de/preis/1880623
Patriot Burst	Ca. € 30,-	224 GiB/240 GB	479/443 MB/s	24.000	126 Sekunden	3 Jahre, 80 TB	2,69	07/2018	www.pcgh.de/preis/1686879
Ab 480 GB	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**Transfer R/W AS-SSD**	**IOPS**	**Kopiertest**	**Herstellergarantie**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Samsung SSD 860 Pro	Ca. € 130,-	477 GiB/512 GB	451/489 MB/s	88.000	66 Sekunden	5 Jahre, 600 TB	2,10	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756909
Samsung SSD 860 Evo	Ca. € 85,-	466 GiB/500 GB	446/489 MB/s	76.000	67 Sekunden	5 Jahre, 300 TB	2,14	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756904
Crucial MX500	Ca. € 65,-	466 GiB/500 GB	445/475 MB/s	74.000	72 Sekunden	5 Jahre, 180 TB	2,22	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745351
Crucial BX500	Ca. € 60,-	466 GiB/480 GB	487/493 MB/s	5.891	92 Sekunden	3 Jahre	2,42	02/2019	www.pcgh.de/preis/1875767
Kingston SSDNow UV500	Ca. € 70,-	447 GiB/480 GB	475/502 MB/s	35.000	123 Sekunden	5 Jahre, 200 TB	2,49	07/2018	www.pcgh.de/preis/1805412
Mushkin Source	Ca. € 65,-	466 GiB/500 GB	446/481 MB/s	36.000	86 Sekunden	3 Jahre	2,51	02/2019	www.pcgh.de/preis/1812579
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 90,-	466 GiB/500 GB	514/502 MB/s	89.000	72 Sekunden	5 Jahre	1,85*	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194263
Ab 960 GB	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**Transfer R/W AS-SSD**	**IOPS**	**Kopiertest**	**Herstellergarantie**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Samsung SSD 860 Pro	Ca. € 950,-	3.815 GiB/4.096 GB	505/484 MB/s	89.000	63 Sekunden	5 Jahre, 4.800 TB	1,88	07/2018	www.pcgh.de/preis/1759190
Samsung SSD 860 Evo	Ca. € 625,-	3.725 GiB/4.000 GB	510/487 MB/s	89.000	65 Sekunden	5 Jahre, 2.400 TB	1,93	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756907
Samsung SSD 860 Pro	Ca. € 270,-	954 GiB/1.024 GB	446/489 MB/s	88.000	65 Sekunden	5 Jahre, 1.200 TB	1,97	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756910
Samsung SSD 860 Evo	Ca. € 145,-	931 GiB/1.000 GB	442/488 MB/s	88.000	65 Sekunden	5 Jahre, 600 TB	2,02	07/2018	www.pcgh.de/preis/1756905
Crucial MX500	Ca. € 120,-	931 GiB/1.000 GB	445/459 MB/s	65.000	73 Sekunden	5 Jahre, 360 TB	2,06	07/2018	www.pcgh.de/preis/1745357
Samsung SSD 860 QVO	Ca. € 230,-	1.863 GiB/2.000 GB	442/487 MB/s	57.315	76 Sekunden	3 Jahre	2,36	02/2019	www.pcgh.de/preis/1936302
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 340,-	954 GiB/1.024 GB	528/502 MB/s	90.000	73 Sekunden	10 Jahre	1,74*	08/2015	www.pcgh.de/preis/1136105
Toshiba Q300 Pro	Ca. € 410,-	954 GiB/1.024 GB	519/490 MB/s	50.000	69 Sekunden	5 Jahre	1,89*	05/2017	www.pcgh.de/preis/1424648
Sandisk Sandisk Ultra 3D	Ca. € 140,-	954 GiB/1.000 GB	507/469 MB/s	28.000	94 Sekunden	3 Jahre	2,19*	05/2017	www.pcgh.de/preis/1649846

* Altes Wertungs- und Testsystem

PCI-Express-SSDs

Produkt	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer R/W AS-SSD	IOPS	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Samsung SSD 970 Pro	Ca. € 155,-	477 GiB/512 GB	2.840/1.910 MB/s	272.000	37 Sekunden	5 Jahre/ 600 TB	1,73	06/2018	www.pcgh.de/preis/1809120
Corsair Force Series MP510	Ca. € 185,-	894 GiB/960 GB	1994/2517 MB/s	196.202	37 Sekunden	5 Jahre/ 1700 TB	1,75	02/2019	www.pcgh.de/preis/1907832
Samsung SSD 970 Evo Plus	Ca. € 225,-	931 GiB/1.000 GB	2025/2600 MB/s	158.000	37 Sekunden	5 Jahre/ 600 TB	1,76	03/2019	www.pcgh.de/preis/1972735
Samsung SSD 970 Evo	Ca. € 210,-	931 GiB/1.000 GB	2.772/2.420 MB/s	263.000	45 Sekunden	5 Jahre/ 600 TB	1,84	06/2018	www.pcgh.de/preis/1809117
WD Black NVMe (2018)	Ca. € 220,-	954 GiB/1.000 GB	2.082/2.140 MB/s	80.982	37 Sekunden	5 Jahre/ 600 TB	1,86	10/2018	www.pcgh.de/preis/1798509
Intel Optane SSD 900P	Ca. € 570,-	447 GiB/480 GB	2.316/1.920 MB/s	265.000	27 Sekunden	5 Jahre/ 8760 TB	1,91	02/2018	www.pcgh.de/preis/1717910
Adata XPG SX8200 Pro	Ca. € 100,-	477 GiB/512 GB	1984/1928 MB/s	85.149	41 Sekunden	5 Jahre/ 320 TB	1,93	02/2019	www.pcgh.de/preis/1927166
Intel SSD 760p	Ca. € 110,-	477 GiB/512 GB	2.692/1.568 MB/s	142.000	47 Sekunden	5 Jahre/ 288 TB	1,99	04/2018	www.pcgh.de/preis/1762016

* Altes Wertungs- und Testsystem

Festplatten (3,5 Zoll)

Ab 6.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seagate Barracuda Pro	Ca. € 545,-	13.039 GiB/14.000 GB	7.200	0,1/1,4 Sone	14,2/5,9 ms	201/200 MB/s	1,66	04/2019	www.pcgh.de/preis/1870922
Seagate Ironwolf NAS HDD	Ca. € 300,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,1 Sone	14,8/7,23 ms	188/186 MB/s	1,81	06/2017	www.pcgh.de/preis/1479598
Toshiba X300	Ca. € 290,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,0 Sone	13,5/5,4 ms	192/185 MB/s	1,91	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802069
Toshiba N300	Ca. € 270,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,5/0,8 Sone	13,7/5,4 ms	190/183 MB/s	1,93	04/2019	www.pcgh.de/preis/1802075
Bis 6.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Western Digital Black WD6002FZWX	Ca. € 240,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	0,5/1,1 Sone	12,4/1,4 ms	179/177 MB/s	1,83	04/2019	www.pcgh.de/preis/1758104
Toshiba N300	Ca. € 170,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	1,1/1,6 Sone	12,0/13,4 ms	167/163 MB/s	1,90	06/2017	www.pcgh.de/preis/1562775
Altes Testsystem									
Bis 5.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Western Digital Black WD4003FZEX	N. verfügb.	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,9 Sone	12,5/12,9 ms	145/146 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/1010394
Western Digital Red WD40EFRX	Ca. € 115,-	3.726 GiB/4.000 GB	5.400	0,4/0,5 Sone	16,6/18,5 ms	119/109 MB/s	2,06	02/2014	www.pcgh.de/preis/992027
Ab 6.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
HGST Ultrastar He6 6TB	Ca. € 310,-	5.589 GiB/6.000 GB	7.200	0,1/1,6 Sone	12,6/5,8 ms	143/143 MB/s	1,80	11/2014	www.pcgh.de/preis/1049476
Western Digital Red WD60EFRX	Ca. € 185,-	5.589 GiB/6.000 GB	K. A.	0,3/0,4 Sone	15,8/18 ms*	127/127 MB/s	2,05	11/2014	www.pcgh.de/preis/1143813

* Advanced-Format/4K-Sektoren | ** L/S: Lesen und Schreiben

Einkaufsführer Gehäuse, Netzteile & Sound

Preise: Stand 13.03.2019

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Gehäuse

Midi-Gehäuse	Format (Hersteller-angabe)	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontal/ schräg (12 V/5 V)	Temperatur (CPU/GPU/HDD o. Innenraum***)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Base 900 Pro	Big-Tower	Ca. € 215,-	9 × 140 mm, 4 × 120 mm	3 × 140 mm	1,0/0,8 Sone***	65/69/37 °C	1,60***	09/2018	www.pcgh.de/preis/1837722
EVGA DG-87	Big-Tower	Ca. € 280,-	8 × 140 mm	6 × 140 mm	1,7/1,7 Sone***	62/69/35 °C	1,78***	11/2017	www.pcgh.de/preis/1479937
Fractal Design Define R6	Midi-Tower	Ca. € 125,-	8 × 140 mm/9 × 120 mm	3 × 140 mm	1,1/1,1 Sone***	60/71/37 °C	1,80***	02/2018	www.pcgh.de/preis/1746669
CM Cosmos C700M	Big-Tower	Ca. € 410,-	9 × 140 mm/120 mm	3 × 140 mm	1,7/1,6 Sone***	64/70/38 °C	1,83***	12/2018	www.pcgh.de/preis/1899185
CM Mastercase SL600M	Midi-Tower	Ca. € 170,-	4 × 200/140 mm oder 6 × 120 mm	2 × 200 mm	1,0/1,1 Sone***	62/68/37 °C	1,83***	12/2018	www.pcgh.de/preis/1912726
Fractal Design Define S2	Midi-Tower	Ca. € 135,-	9 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,3/1,3 Sone***	63/70/35 °C	1,86***	11/2018	www.pcgh.de/preis/1899348 PCGH
Be Quiet Silent Base 801	Midi-Tower	Ca. € 120,-	8 × 140/120 mm	3 × 140 mm	1,1/1,2 Sone***	66/73/38 °C	1,87***	12/2018	www.pcgh.de/preis/1892117
Raijintek Zofos Evo	Big-Tower	Ca. € 160,-	6 × 140 oder 7 × 120 mm	3 × 120 mm	1,1/1,1 Sone***	65/71/35 °C	1,87***	12/2018	www.pcgh.de/preis/1789829
Be Quiet Silent Base 601	Midi-Tower	Ca. € 105,-	8 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,1/1,1 Sone***	64/70/37 °C	1,90***	11/2018	www.pcgh.de/preis/1874389
Corsair Carbide 600C	Midi-Tower	Ca. € 160,-	4 × 140 mm, 1 × 120 mm	2 × 140, 1 × 120 mm	2,9/3,0; 2,1/2,2 Sone	71/89/41 °C*	1,91	03/2016	www.pcgh.de/preis/1368613
Thermaltake Suppressor F51	Midi-Tower	Ca. € 90,-	3 × 200 mm, 2 × 140 mm, 2 × 120 mm	200 mm, 120 mm	2,6/2,8; 2,2/2,6 Sone	80/87/35 °C*	1,94	10/2015	www.pcgh.de/preis/1273311 PCGH
CM Mastercase MC600P	Midi-Tower	Ca. € 115,-	6 × 140/120 mm	3 × 140	1,2/1,4 Sone***	64/70/34 °C	1,96***	05/2018	www.pcgh.de/preis/1752246
In Win 915	Big-Tower	Ca. € 570,-	8 × 140 oder 9 × 120 mm	4 × 120 mm	1,3/1,2 Sone***	66/74/36 °C	2,00***	12/2018	www.pcgh.de/preis/1871507
Be Quiet Dark Base 700	Midi-Tower	Ca. € 145,-	8 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,7/1,7 Sone***	58/70/38 °C	2,07***	02/2018	www.pcgh.de/preis/1721170
Silentiumpc Armis AR7 RGB	Midi-Tower	Ca. € 90,-	7 × 140/120 mm	3 × 120 mm	1,2/1,4 Sone***	63/71/35,5 °C	2,21***	02/2019	www.pcgh.de/preis/1656983

* System: Core i7-920, Stromsparmodi aus, Radeon R9 290(X) @ 55/50 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM, Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Seasonic Platinum Fanless 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C
** System: Intel Core i7-4790; Intel Z87, Asus Geforce GTX 970 Direct Cu Mini (50 % Lüfterdrehzahl), 2 x 4.048 MiByte DDR3-1600-RAM, Thermalright AXP-100 (Lüftersteuerung: Standard), Seasonic Platinum Fanless 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C
*** Neues Test-/Wertungssystem (siehe PCGH 02/2017)/Lüfterbestückung: 3 × 140 mm (Be quiet Silent Wings 2)

Netzteile

400 bis 600 Watt	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)	Leistung +12 V	Lautheit*	Effizienz*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seasonic Prime Fanless 600 W	Ca. € 200,-	6 x 6+2 Pin (65 cm, 67,5cm),	600 Watt	0/0/0/0/0 Sone	91/94/95/9/94 %	1,32	09/2018	www.pcgh.de/fantitprime
Be Quiet Dark Power Pro 11 550W	Ca. € 120,-	4 × 6+2-Pin, 1 × 6-Pin (70 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	88/92/94/93/92 %	1,37	09/2016	www.pcgh.de/preis/1318886
Seasonic Focus+ Gold 550 W	Ca. € 85,-	2 x 6+2 Pin (67,5cm)	540 Watt	0/0/0/0,2/1,2 Sone	86/91/92/91/90 %	1,41	03/2018	www.pcgh.de/550focusg PCGH
Seasonic Focus+ Platinum 550W	Ca. € 95,-	2 × 6+2-Pin (70-80 cm)	540 Watt	0/0/0/0,3/2 Sone	87/92/93/92 %	1,50	03/2018	www.pcgh.de/focusplatinum550
Bitfenix Whisper M	Ca. € 90,-	4 × 6+2-Pin (68 cm)	550 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,5 Sone	88/92/93/92/91 %	1,54	07/2017	www.pcgh.de/Fluesterleise
Be Quiet Pure Power 500W CM	Ca. € 65,-	2 × 6+2-Pin (50 cm)	496 Watt	0,1/0,1/0,1/0,3/0,5 Sone	85/90/92/91/90 %	1,73	12/2018	www.pcgh.de/pure11
600 bis 800 Watt	**Preis**	**PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)**	**Leistung +12 V**	**Lautheit***	**Effizienz***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Corsair HX 750 750 Watt	Ca. € 125,-	2 × 6+2-Pin (60 cm)	750 Watt	0/0/0/1/2,2 Sone	88/92/93/92/91 %	1,47	03/2018	www.pcgh.de/corsairhx750
Enermax Platimax D.F. 750W	Ca. € 150,-	4 × 6+2-Pin (50-60 cm)	744 Watt	0/0/0,7/0,7/0,9 Sone	86/93/93/92 %	1,56	03/2018	www.pcgh.de/platimax750
Strider Platinum 650 Watt	Ca. € 120,-	4 × 6+2-Pin (70-80 cm)	650 Watt	0/0/0,4/0,4/0,6 Sone	89/92/93/91 %	1,64	03/2018	www.pcgh.de/striderplatinum
Über 800 Watt	**Preis**	**PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)**	**Leistung +12 V**	**Lautheit***	**Effizienz***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Corsair AX1600i	Ca. € 430,-	8 x 6+2 Pin (65 cm/67,5 cm)	1.600 Watt	0/0/0,3/1,3/2,8 Sone	93/95/95/94 %	1,34	07/2018	www.pcgh.de/AX1600i
Corsair HX1000i	Ca. € 175,-	4 × 2 6+2-Pin (60, 74 cm)	1.000 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/1,1 Sone	88/92/93/-/91 %	1,45	02/2015	www.pcgh.de/preis/1145509
EVGA Super Nova G2 850W	Ca. € 150,-	2 × 2 6+2-Pin (70, 85 cm), 2 × 6+2-P	850 Watt	0,1/0,1/0,6/1,1/1,6 Sone	85/90/92/-/89 %	1,85	02/2015	www.pcgh.de/preis/1083961

* Gemessen bei 10/20/50/80/100 Prozent Auslastung des Netzteils

Soundkarten

Soundkarten intern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerver-stärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster ZxR	Ca. 200,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/124 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/ja	Gesockelte Op-Amps, Tischbox	1,41	05/2015	www.pcgh.de/preis/886468
Asus Xonar Essence STX 2 7.1	Ca. 200,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/124 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/nein	Gesockelte Op-Amps	1,51	05/2015	www.pcgh.de/preis/1085709
Creative Sound Blaster X AE-5	Ca. 120,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 KHz	ES9016K2M/122 dB	Ja, LM4562	Nein/nein	RGB-Beleuchtung	1,80	02/2018	www.pcgh.de/preis/1658641
Soundkarten extern	**Preis**	**Kanäle/Abtastrate**	**DAC/SNR (Kopfhörer)**	**Kopfhörerver-stärker**	**Dolby Digital Live/DTS Connect**	**Besonderheiten u. a.**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Creative Sound Blaster X7	Ca. 320,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/127 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/ja	Ges. Op-Amps, Class-D-Verst.	1,31	01/2016	www.pcgh.de/preis/1207054
Creative Sound Blaster X G5	Ca. 130,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	CS4398/120 dB	Ja, TPA6120A2	Nein/nein	Auch abseits des PCs nutzbar	1,94	02/2018	www.pcgh.de/preis/1360767
Asus Xonar U7 MkII	Ca. 80,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 KHz	CS4398/114 dB	Ja, CS4398	Nein/nein	Mikr.-Lautstärkeregl. am Gerät	1,95	02/2018	www.pcgh.de/preis/1631776 PCGH

Headsets

Headsets	Preis	Anschlussart	Bauart	Gewicht	Impedanz	Surround	Besonderheiten	Wertung	Test in	Preisvergleich
Audeze Mobius	Ca. 400,-	BT, USB (-A, -C)	Geschlossen, ohrumschließend	360 Gramm	K. A.	Ja, virtuell	Headtracking, 1.000-mW-Verstärker	1,24	01/2019	www.pcgh.de/preis/1872581
Beyerdynamic MMX 300	Ca. 280,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	280 Gramm	32 Ohm	Nein	Teile wechselbar, handgefertigt	1,49	03/2017	www.pcgh.de/preis/1557567
Asus ROG Delta	Ca. 170,-	USB (-A, -C)	Geschlossen, ohrumschließend	370 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	ESS 9218 DAC, zus. Polster, Software	1,57	01/2019	www.pcgh.de/preis/1889019
Sennheiser GSP 550	Ca. 250,-	USB (-A)	Offen, ohrumschließend	370 Gramm	28 Ohm	Ja, virtuell	Kontrollen direkt am Gerät	1,57	01/2019	www.pcgh.de/preis/1923721
Corsair HS70 Wireless	Ca. 100,-	2,4-GHz-Funk	Geschlossen, ohrumschließend	280 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Umfangreiche Software	1,70	06/2018	www.pcgh.de/preis/1825710
Turtle Beach Atlas Elite	Ca. 80,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	360 Gramm	32 Ohm	Nein	Anpassung für Brillenträger	1,71	01/2019	www.pcgh.de/preis/1876993 PCGH
Lioncast LX 50	Ca. 50,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	260 Gramm	50 Ohm	Nein	Kabelfernbedienung, extra Polster	1,94	03/2017	www.pcgh.de/preis/1560427 PCGH

PCGH Digital im Abo

Jetzt mit neuen Prämienvorteilen!

Lesen Sie PCGH bequem am PC als Download-PDF, im Web oder auf Ihrem iOS-, Android- oder Amazon-Gerät!

1-Jahres-Abo

12 x PCGH

amazon.de

+ 10-Euro-Gutschein von Amazon.de

www.pcgh.de/digital-only*

*1-Jahres-Abo: 39,99 Euro

2-Jahres-Abo (NEU!)

24 x PCGH

+ 1 brandaktuelles PC-Spiel als Key von Gamesplanet

www.pcgh.de/digital2**

**2-Jahres-Abo: 79,98 Euro (In Deutschland)

Weitere Vorteile

- Werbefreier Zugang auf PCGH.de
- PCGH-Jahresarchive ab 2001 (PDF)
- Printartikel direkt kostenfrei im Webseitenlayout lesen – auf Desktop und Mobile!

PCGH +

www.pcgh.de/digitalabo

msi

NVIDIA GEFORCE RTX™

PLAY HARD
STAY SILENT

GEFORCE RTX™ 2070 GAMING Z
GEFORCE RTX™ 2060 GAMING Z

RGB MYSTIC LIGHT

AIRFLOW MASTERY

TORX FAN 3.0

TWIN FROZR THERMAL DESIGN

HIER KAUFEN

DEUTSCHLAND » Alternate, amazon.de, ARLT Computer, Bora Computer, computeruniverse, comtech, Conrad Electronic, Cyberport, Hardwarecamp24.de, MediaMarkt, Mindfactory, notebooksbilliger.de, one.de, Otto.de, Saturn

ÖSTERREICH » Conrad, cyberport.at, e-tec.at, MediaMarkt.at, Saturn.at

SCHWEIZ » digitec.ch

WEITERE INFOS ZU MSI GRAFIKKARTEN

http://de.msi.com

TRUE GAMING